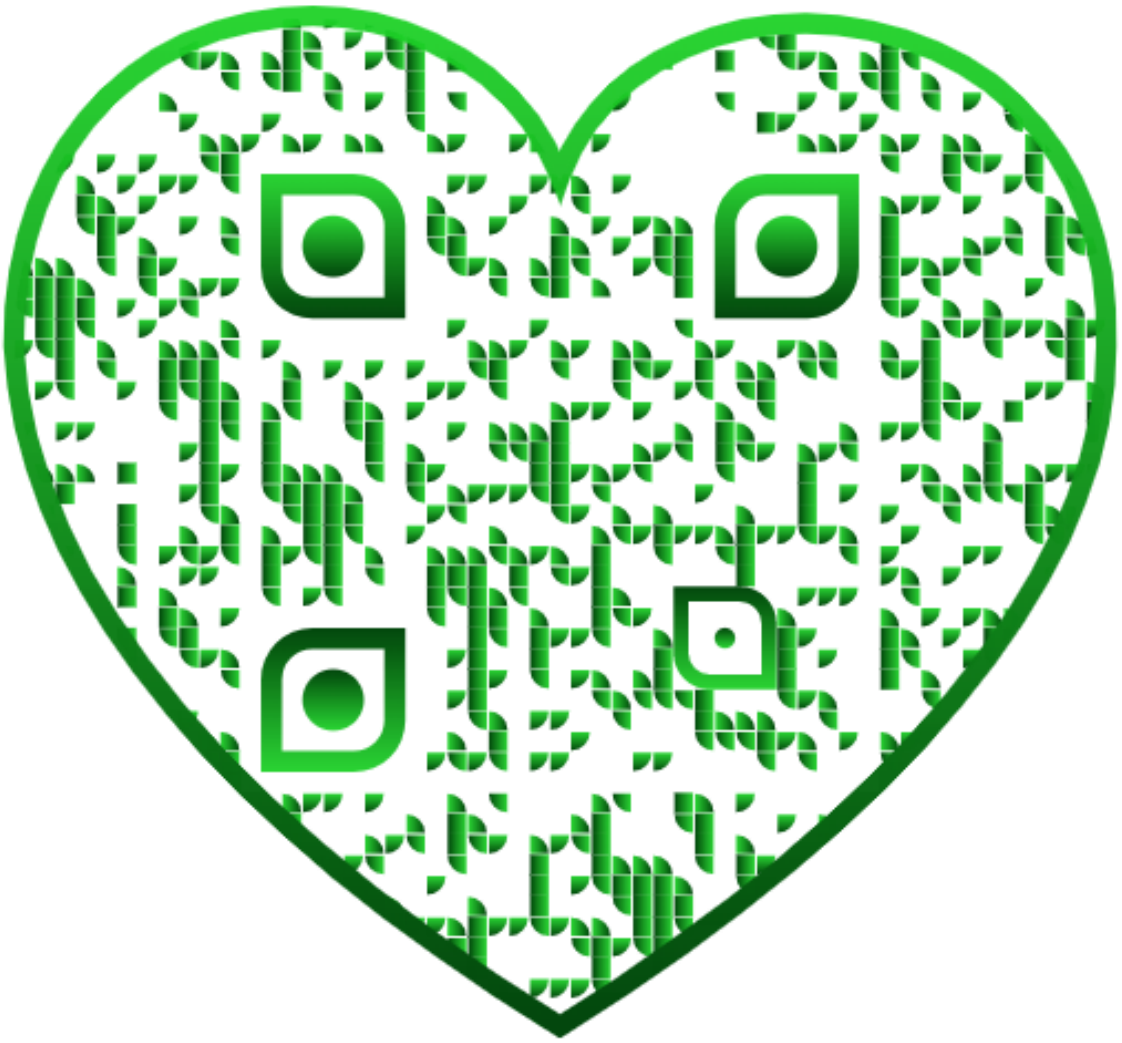
Agrodok 15

La pisciculture à petite échelle en eau douce

Eira Carballo
Assiah van Eer
Ton van Schie
Aldin Hilbrands

SHOUT
SHARE
IT



© Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 2008.

Tous droits réservés. Aucune reproduction de cet ouvrage, même partielle, quel que soit le procédé, impression, photocopie, microfilm ou autre, n'est autorisée sans la permission écrite de l'éditeur.

Première édition : 1996
Deuxième édition : 2004
Troixième édition : 2008

Auteurs : Eira Carballo, Assiah van Eer, Ton van Schie, Aldin Hilbrands
Révision : Eira Carballo
Illustrations : Linda Croese, Oeke Kuller, Barbera Oranje, Mamadi B. Jabbi, Olivier Rijcken
Conception : RGA 2000, Groningen, Pays Bas
Traduction : Arwen Florijn
Imprimé par : Digigrafi, Wageningen, Pays Bas

ISBN Agromisa: 978-90-8573-078-1
ISBN CTA: 978-92-9081-368-2

Avant-propos

Cet Agrodok a pour objectif de fournir des informations de base concernant l'établissement d'une petite exploitation de pisciculture pour l'autoconsommation.

Comme il existe une grande diversité de pratiques de pisciculture, nous avons choisi de nous limiter à celles qui concernent la pisciculture continentale en eau douce dans les zones tropicales. La pisciculture en étang étant la méthode de pisciculture la plus répandue dans ces zones, les informations que nous présentons se concentrent sur la construction et la gestion des étangs.

La première partie de cet Agrodok (les chapitres 1 à 4) décrit les principes de pisciculture, les types d'entreprises de pisciculture, les méthodes de pisciculture ainsi que l'entretien et le suivi des étangs. Nous avons également inclus une section sur la pisciculture à base de périphyton, qui est une nouvelle technologie prometteuse. La deuxième partie de ce livret présente des principes directeurs fondamentaux pour établir une exploitation piscicole et aborde les thèmes suivants : la sélection d'un site adéquat, les types d'exploitation et les espèces de poissons à élever. L'alimentation, les aspects sanitaires et la reproduction des poissons, tout comme les aspects de récolte et de post-récolte sont traités brièvement.

Agromisa reçoit volontiers vos commentaires par rapport au contenu de ce livret, ou des informations supplémentaires pour lui permettre d'améliorer les éditions futures.

Wageningen, 2008.

Eira Carballo

Sommaire

Partie I : La pisciculture, principes de base 6

1 Introduction 7

2 Les pratiques de pisciculture 9
2.1 Méthodes de pisciculture 9
2.2 La culture en étang 11

3 Les étangs piscicoles 13
3.1 Différents types d'étangs 13
3.2 Principes directeurs pour la conception et la construction des étangs 16
3.3 La pisciculture à base de périphyton 28

4 Entretien et suivi 37

Partie II : planification d'une exploitation piscicole 43

5 Introduction 44

6 Sélection du site et du type d'exploitation 46

7 Sélection des espèces de poissons 52
7.1 Les espèces les plus cultivées 56

8 Alimentation, aspects sanitaires et reproduction des poissons 75
8.1 L' alimentation des poissons 75
8.2 Les aspects sanitaires 78
8.3 La reproduction des poissons 80

9 Récolte et post-récolte 82
9.1 La récolte des poissons 82

9.2 L'après-récolte 86

Annexe 1 : Les espèces de poissons les plus cultivées et leurs préférences alimentaires 89

Annexe 2 : Caractéristiques des matériaux de chaulage 90

Bibliographie 91

Adresses utiles 93

Partie I : La pisciculture, principes de base

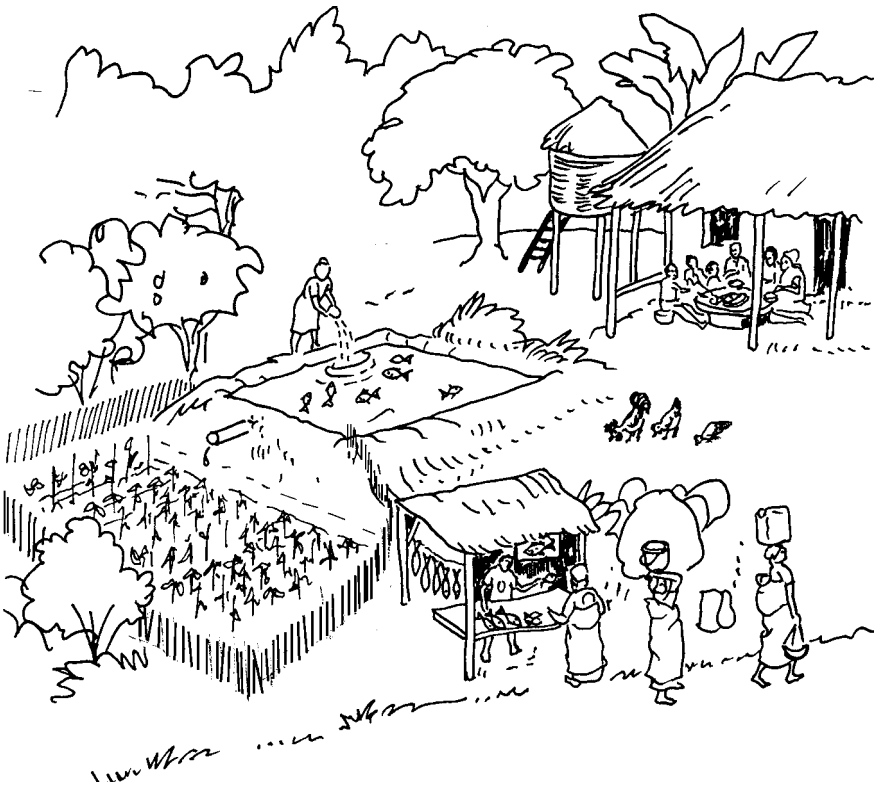


Figure 1 : Avantages de la pisciculture

1 Introduction

A travers les siècles et dans le monde entier, le poisson a toujours constitué une partie importante du régime alimentaire des populations. Le siècle dernier, les pêches ont augmenté rapidement grâce à l'amélioration de la technologie, qui a également fourni des moteurs plus puissants et des équipements de sonar, conduisant à une surexploitation des fonds de pêche. Par conséquent, les populations halieutiques ont diminué au niveau mondial, ce qui a provoqué un arrêt dans la croissance des pêches il y a environ 20 ans. Augmenter la production du poisson par le biais de l'élevage aquacole est alors devenu urgent.

Le terme « aquaculture » est un terme générique qui couvre la culture d'animaux et de plantes aquatiques dans de l'eau douce, de l'eau saumâtre ou de l'eau salée. L'aquaculture a le même objectif que l'agriculture, à savoir l'augmentation de la production alimentaire pour atteindre un niveau supérieur à celui de la production naturelle. Actuellement, la pisciculture assure une partie toujours grandissante de la production mondiale de poissons, qui a augmenté de 3,9 pour cent en 1970 à 31,9 pour cent en 2003 (FAO, 2005).

Ce livret se concentre sur l'exploitation à petite échelle des espèces de poissons d'eau douce. Comme dans l'agriculture, les techniques de pisciculture comprennent :

- L'élimination des plantes et des animaux indésirables
- Leur remplacement par des espèces de plantes et d'animaux désirables
- L'amélioration de ces espèces par le biais de la sélection et des croisements de lignées
- L'augmentation de la disponibilité des éléments nutritifs en utilisant des fertilisants et des aliments supplémentaires

On peut combiner la pisciculture avec l'agriculture, l'élevage et les pratiques d'irrigation, ce qui peut conduire à une meilleure utilisation

des ressources locales, et ultérieurement à une production et à des bénéfices accrus. Cette pratique est désignée par le terme de « pisciculture intégrée », un thème qui est traité de manière approfondie dans l'Agrodok nº 21.

Les principaux avantages liés à la pisciculture sont résumés à la figure 1.

Avantages de la pisciculture

- Le poisson fournit des protéines animales de bonne qualité pour la consommation humaine.
- Un producteur agricole peut souvent intégrer la pisciculture à son exploitation pour créer une source de revenus supplémentaires et pour améliorer la gestion de l'eau sur son exploitation.
- On peut contrôler la croissance des poissons dans un étang : le producteur choisit lui-même quelles sont les espèces qu'il souhaite élever.
- Les poissons produits en étang appartiennent au propriétaire de ce dernier ; leur disponibilité est garantie et on peut les récolter à volonté. Tout le monde a le droit de pêcher le poisson dans les eaux libres, ce qui rend incertaine la part de la pêche attribuée à chaque individu.
- Les poissons élevés dans un étang sont généralement à portée de la main.
- L'utilisation du sol est efficace : les terres marginales, c'est-à-dire les terres qui sont trop pauvres ou trop coûteuses à drainer pour l'agriculture peuvent être consacrées lucrativement à la pisciculture, à condition de bien les préparer.

2 Les pratiques de pisciculture

2.1 Méthodes de pisciculture

La pisciculture se pratique à différentes échelles, allant d'un étang derrière la maison à des fins d'autoconsommation aux entreprises industrielles à grande échelle. Les systèmes de pisciculture peuvent se définir en termes de niveaux d'intrants (voir la figure 2).

En pisciculture **extensive,** les apports d'intrants économiques et de main-d'œuvre sont généralement faibles. La production naturelle des aliments joue un rôle très important, et la productivité du système est relativement basse. Un apport d'engrais peut accroître la fertilité et par conséquent la production de poissons.

En pisciculture **semi-intensive**, les apports d'intrants sont moyens, et la production de poissons est augmentée en utilisant des engrais et / ou des aliments supplémentaires. Cela implique davantage de frais de main-d'œuvre et d'alimentation, mais normalement ces derniers sont largement compensés par l'accroissement des rendements.

En pisciculture **intensive,** les apports d'intrants sont importants, et les étangs contiennent un maximum de poissons. On utilise des aliments supplémentaires, et la production naturelle d'aliments joue un rôle secondaire. Dans ce système, des problèmes complexes de gestion peuvent se présenter, liés à la forte densité du stock de poissons dans les étangs (accroissement de la vulnérabilité aux maladies et carence d'oxygène dissous). Comme les frais de production sont élevés, il est nécessaire de vendre les poissons à haut prix pour que l'exploitation soit rentable.

Cet Agrodok se concentre sur les pratiques de pisciculture extensive et semi-intensive.

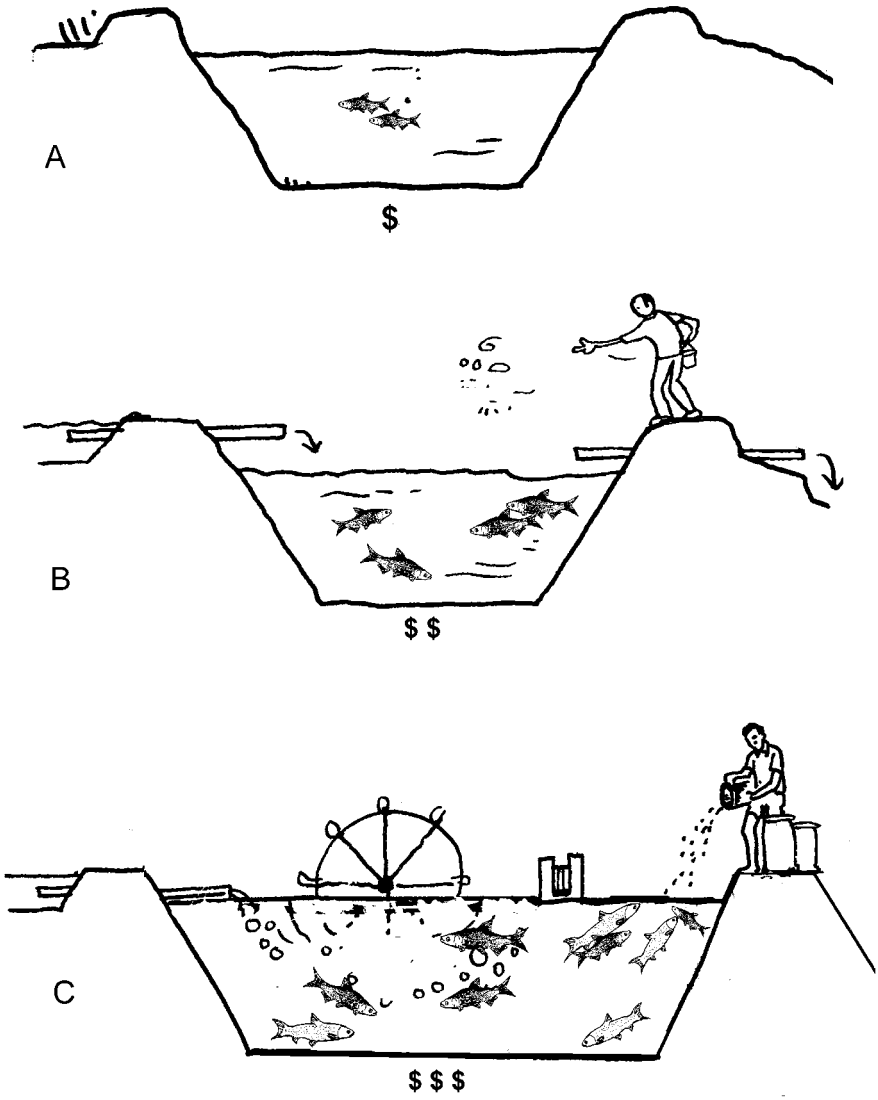


Figure 2 : Méthodes de pisciculture extensive, semi-intensive et intensive

2.2 La culture en étang

La majorité des poissons d'eau douce est cultivée en étang. L'alimentation en eau est alors assurée par la canalisation de l'eau provenant d'un lac, d'une baie, d'un puits ou d'une autre source naturelle. L'eau peut soit passer une fois dans l'étang pour être évacuée ensuite, soit rester partiellement dans l'étang pour qu'un certain pourcentage de la quantité totale d'eau dans le système soit retenu et remis en circulation. Les systèmes d'étangs à haute production de poissons ne renouvellent que l'eau perdue par le biais de l'évaporation et de l'infiltration. Dans les zones tropicales, la circulation de l'eau réduit généralement le rendement des systèmes d'étangs.

La taille des étangs de pisciculture peut varier de quelques centaines de mètres carrés à quelques hectares (ha). Normalement, on utilise les petits étangs pour le frai et l'alevinage, et les étangs de plus grandes dimensions pour le grossissement des poissons. Les étangs de production avec une superficie supérieure à 10 ha sont difficiles à gérer et généralement ils ne sont pas très populaires chez les producteurs. Les étangs illustrés ici ne sont que des exemples. Le type d'étang pour lequel un pisciculteur optera dépend grandement des ressources et des équipements disponibles localement ainsi que des conditions locales.

En général, les étangs sont situés sur des terrains en pente douce. Leur forme est rectangulaire ou carrée, ils ont des digues bien finies, et ils ne recueillent pas l'eau de ruissellement provenant du bassin versant dans lequel ils se trouvent (voir la figure 17). Il est important d'avoir suffisamment d'eau à disposition pour pouvoir remplir tous les étangs dans un délai raisonnable et maintenir un niveau d'eau constant. Il faut également être capable de vider totalement un étang au moment de la récolte. Les talus latéraux doivent avoir une pente de 2:1 ou de 3:1 (pour chaque mètre de hauteur il faut 2 ou 3 mètres de distance horizontale), afin d'accéder facilement à l'étang, et de réduire les risques d'érosion.

Pour éviter le braconnage, il faut essayer de situer l'étang aussi près du lieu d'habitation que possible. Une autre méthode qui permet

d'éloigner les voleurs d'un étang piscicole consiste à placer des tiges de bambou ou des branches dans l'eau, rendant impossible la pêche au filet ou à la ligne. En plus de prévenir le braconnage, les perches et les branches fournissent des aliments naturels supplémentaires pour les poissons. Cette pratique s'appelle « pisciculture à base de périphyton », elle est décrite en détail dans le chapitre 3.

Les principales caractéristiques d'un étang piscicole sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques d'un étang adapté à la pisciculture

Situation	Choisissez un terrain en pente douce et aménagez les étangs de manière à tirer avantage du relief.
Construction	On peut creuser les étangs dans le sol ou les construire en partie dans le sol et en partie au-dessus du niveau du sol. Pendant la construction, il faudra bien tasser la terre des talus et du fond, pour éviter l'érosion et l'infiltration. La terre devra contenir au minimum 25% d'argile. Il faudra éliminer toutes les pierres, l'herbe, les branches et les autres objets indésirables pour former les digues.
Profondeur d'un étang	La profondeur doit être de 0,5 à 1,0 m sur le côté peu profond et aller jusqu'à 1,5 ou 2,0 m sur le côté du point de vidange.
Configuration	Pour les étangs, la forme idéale est rectangulaire ou carrée.
Talus latéraux	Construisez des étangs avec des talus ayant une pente de 2:1 ou de 3:1 sur tous les côtés.
Vidange	La vidange ne devra pas durer plus de 3 jours.
Prise d'eau	Les prises d'eau doivent avoir une capacité suffisante pour remplir chaque étang dans un délai de 3 jours. Si on utilise de l'eau de surface, l'eau devra être filtrée au préalable pour enlever les plantes et animaux indésirables.
Volume d'eau total	La quantité d'eau disponible doit être suffisante pour remplir tous les étangs en quelques semaines et pour maintenir le niveau de l'eau tout au long de la saison de croissance.
Digues	Les digues devront avoir une largeur suffisante pour permettre de couper la végétation. Les chemins sur les digues doivent être faits de gravillons. Il faut planter de l'herbe sur toutes les digues.
Orientation	Situez les étangs avec soin afin de tirer profit du vent pour faire circuler l'eau en profondeur. Dans les zones où le vent provoque une érosion intensive des digues par les vagues, aménagez les longs côtés de l'étang perpendiculaires au vent dominant. Si nécessaire, aménagez des brise-vent de haies ou d'arbres.

3 Les étangs piscicoles

3.1 Différents types d'étangs

En fonction du site, on peut choisir entre deux types d'étangs différents : en diversion ou de barrage.

Les étangs en diversion
Les étangs en diversion (voir la figure 3) sont alimentés en eau à partir d'une autre source.

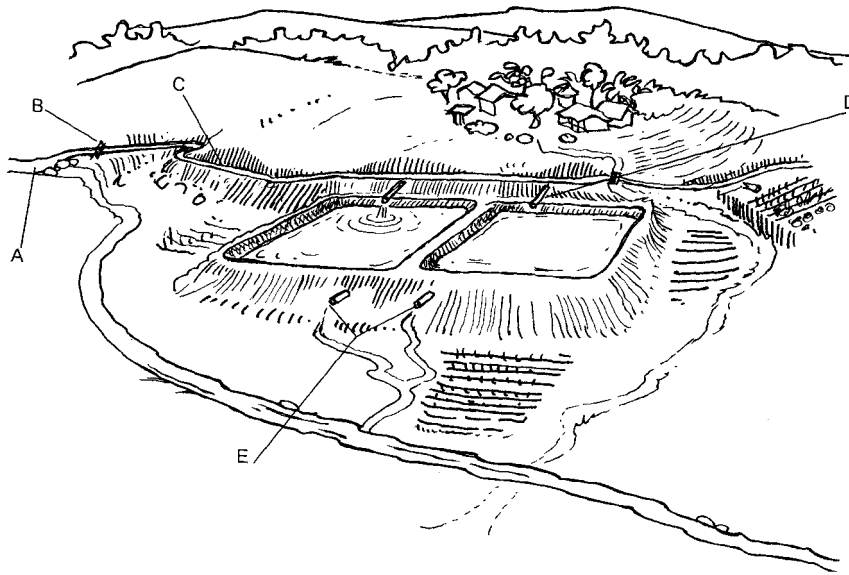


Figure 3 : Étang en diversion. A : ruisseau, B : prise d'eau, C : canal de diversion, D : prise d'eau, E : sortie d'eau (Bard et al., 1976)

Ci-dessous, vous trouvez les différents types d'étangs en diversion (voir la figure 4) :

A Etang endigué :

Les digues de ce type d'étang sont construites au-dessus du niveau du sol. L'inconvénient d'un étang endigué est qu'il vous faudra éventuellement une pompe pour le remplir.

B Etang creusé :

Un étang creusé a été excavé dans le sol. L'inconvénient de ce type d'étang est qu'il vous faudra une pompe pour le vider.

C Etang partiellement creusé et endigué :

Pour ce type, on utilise la terre excavée pour construire des digues basses autour de l'étang. Le site idéal a une pente faible (de 1 à 2%) afin d'aménager le canal d'alimentation en eau légèrement au-dessus du niveau d'eau de l'étang et le canal de vidange légèrement au-dessous de ce dernier. Etant donné que la gravité naturelle permet alors de remplir et de vidanger l'étang, on n'a pas besoin de pompe.

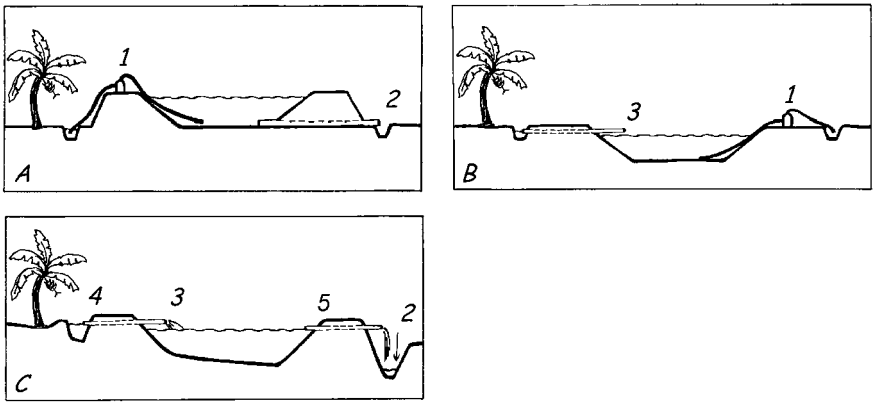


Figure 4 : Différents types d'étangs en diversion (Viveen et al., 1985) A : étang endigué, B : étang creusé, C : étang partiellement creusé et endigué, 1 : pompe, 2 : canal de vidange, 3 tuyau de prise d'eau, 4 : canal de diversion, 5 : déversoir

Les étangs de barrage

Les étangs de barrage (voir la figure 5) sont aménagés en construisant une digue au travers d'un cours d'eau naturel. Ils ressemblent donc à des petits barrages de retenue, avec l'avantage que leur construction est facile. Toutefois, il est très difficile de régler ce système : on a du mal à le garder libre de poissons sauvages et une bonne part des aliments administrés sera emportée par le courant.

Un étang de barrage bien construit ne déborde que dans des circonstances inhabituelles.

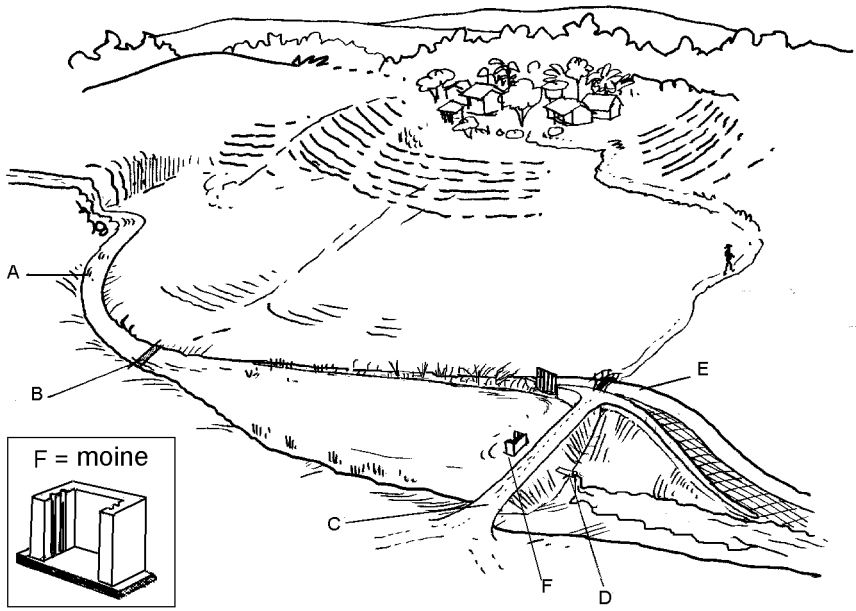


Figure 5 : Étang de barrage. A : ruisseau, B : prise d'eau, C : digue, D : sortie d'eau, E : trop-plein et déversoir, F : moine (ouvrage d'évacuation d'eau très commun, consistant en une tour verticale avec des planches pour régler le niveau de l'eau, d'un tuyau pour évacuer l'eau et d'un filtre pour éviter que les poissons ne s'échappent de l'étang)

3.2 Principes directeurs pour la conception et la construction des étangs

Taille et forme

Les formes carrées ou rectangulaires sont les plus faciles à construire, mais vous pouvez donner une autre forme à votre étang pour l'adapter à la géographie du terrain. Une superficie de 300 m² correspond à une taille adéquate pour un étang de famille, et on peut le construire sans utiliser de machines. Il existe des étangs bien plus grands, mais pour une exploitation familiale il est préférable d'avoir plusieurs petits étangs plutôt qu'un grand. De plus, si vous avez plusieurs étangs, vous pourrez récolter des poissons plus fréquemment.

Profondeur

En général, l'eau a une hauteur de 30 cm sur le côté peu profond et de 1 mètre sur le côté profond (voir la figure 6). Si on utilise l'étang en tant que réservoir d'eau pendant la saison sèche, il peut avoir plus de profondeur. Pour la récolte, il est important de pouvoir évacuer la totalité de l'eau.

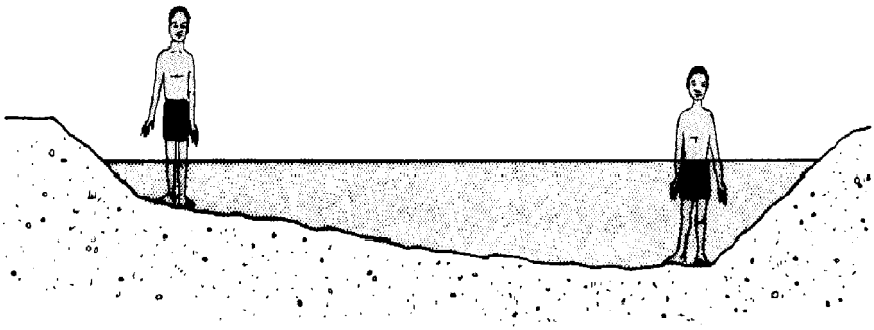


Figure 6 : Section transversale d'un étang (Murnyak, 1990)

Types

Le type d'étang à construire dépend de la topographie. Il sera différent selon que le terrain est plat ou accidenté.

On construit les étangs creusés sur des terrains plats en excavant la terre sur une superficie qui correspond à la taille requise pour l'étang. Le niveau de l'eau sera en-dessous du niveau du sol initial (voir la figure 7).

Figure 7 : Etang creusé (Murnyak, 1990)

Les étangs partiellement creusés et endigués sont construits sur des pentes en terrain accidenté. La terre est excavée en haut de la pente pour creuser une partie de l'étang, puis servira à construire une digue plus bas sur la pente. La digue devra être solide, car le niveau de l'eau se trouvera au-dessus du niveau du sol initial (voir la figure 8).

Figure 8 : Etang partiellement creusé et endigué (Murnyak, 1990)

Construction d'un étang piscicole

La construction d'un étang constitue l'élément le plus difficile et le plus coûteux de la pisciculture. Un étang bien construit représente un bon investissement que l'on pourra utiliser pendant de nombreuses années.

Les différentes étapes de construction d'un étang piscicole sont :

1 préparer le site
2 construire le cœur en argile de la digue (pas toujours nécessaire)
3 creuser l'étang et construire les digues
4 construire les ouvrages de prise d'eau et d'évacuation des eaux
5 protéger les digues de l'étang
6 fertiliser l'étang
7 clôturer l'étang
8 remplir l'étang avec de l'eau
9 empoissonner l'étang

1 Préparer le site

Tout d'abord, enlevez les arbres, les buissons et les pierres. Coupez ensuite l'herbe à l'emplacement de l'étang. Puis mesurez et délimitez la longueur et la largeur de l'étang (voir la figure 9).

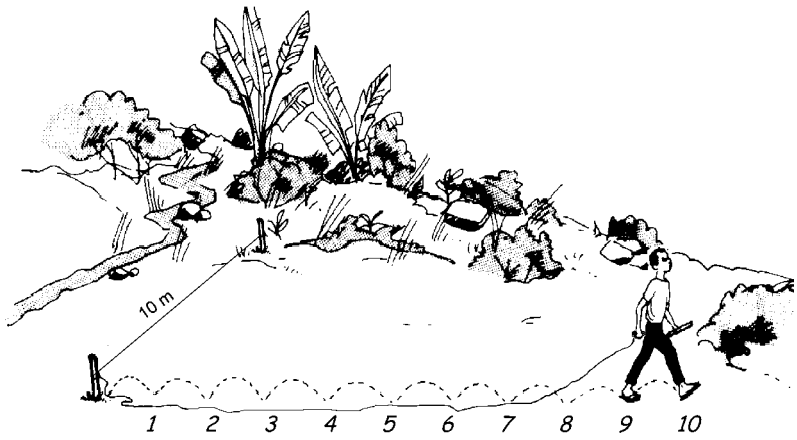


Figure 9 : Délimiter le contour de l'étang (Murnyak,1990)

Enlevez la couche superficielle du sol qui contient les racines, les feuilles etc. et déposez le tout hors de la superficie de l'étang (voir la figure 10). La terre arable retirée servira plus tard à recouvrir les digues et y faire pousser de l'herbe.

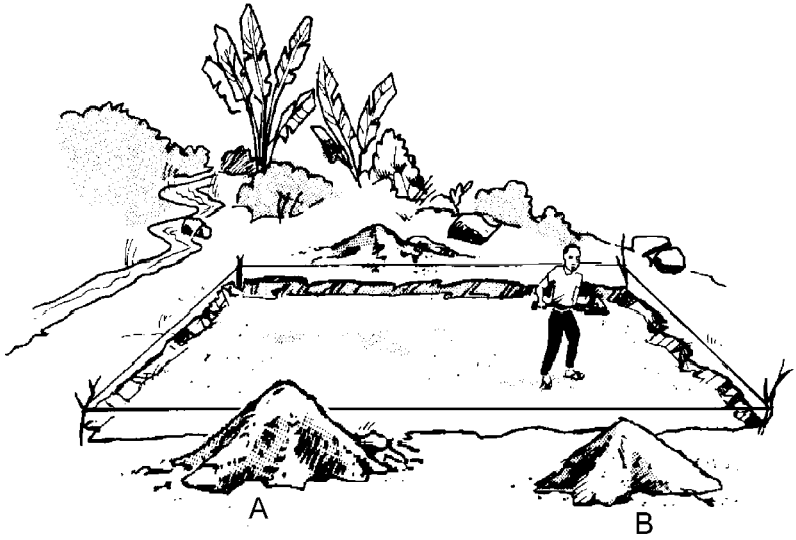


Figure 10 : Enlevez la couche superficielle du sol (A= couche superficielle du sol, B= argile)

2 Construire un noyau en argile (pas toujours nécessaire)
Le noyau en argile constitue la fondation d'une digue, permet de renforcer cette dernière et de prévenir les fuites. Un noyau en argile est requis en cas d'étang partiellement creusé et endigué, pour les digues qui retiennent l'eau au-dessus du niveau du sol initial. Il n'est pas nécessaire pour les étangs creusés, parce que pour ces derniers le niveau de l'eau reste en-dessous du niveau du sol original.

Enlevez la couche superficielle du sol du terrain délimité pour les digues. Creusez alors un fossé destiné au noyau, de la même manière que vous creuseriez un fossé pour les fondations d'une maison. Le fossé devra longer tout le côté de l'étang au bas de la pente et la moi-

tié des côtés latéraux (voir la figure 11). Remplissez le fossé avec de l'argile de bonne qualité. Déposez l'argile en couches d'une dizaine de centimètres d'épaisseur à la fois et compactez bien. Ceci donnera des fondations solides sur lesquelles on pourra construire les digues de l'étang.

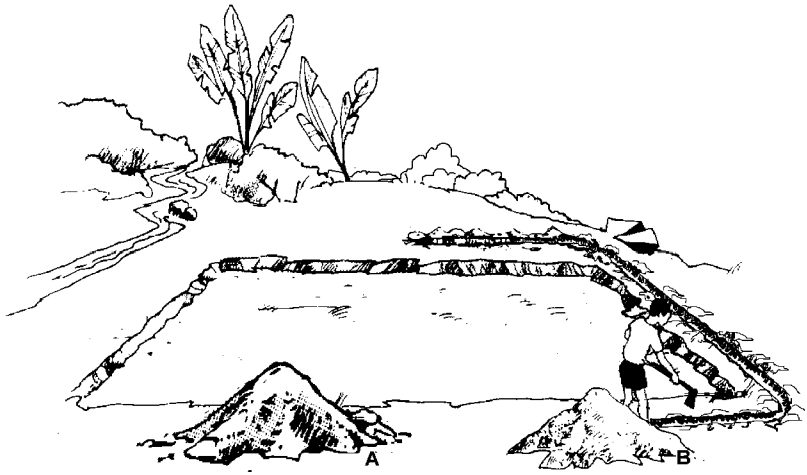


Figure 11 : Creuser les fondations (A= couche superficielle du sol, B= argile)

Le schéma de la figure 12 illustre comment un noyau permet de renforcer une digue et comment il permet d'éviter les fuites. L'eau a tendance à s'infiltrer à l'endroit où la nouvelle terre rejoint le niveau du sol initial.

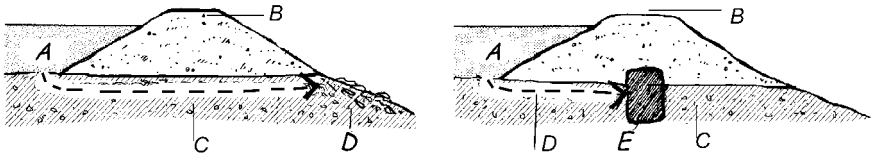


Figure 12 : La fonction du noyau (Murnyak and Murnyak, 1990). A : eau, B : digue d'étang, C : sol, D : infiltration, E : noyau en argile

A gauche sur la figure, il n'y a pas de noyau en argile et l'eau s'infiltre pour disparaître en-dessous de la nouvelle digue. Avec le temps, cette fuite peut conduire à une rupture totale de la digue. A droite sur la figure, le noyau en argile prévient l'infiltration de l'eau en-dessous de la digue nouvellement construite.

3 Creuser l'étang et construire les digues

La terre excavée au moment de construire le fossé destiné au noyau en argile servira à construire la digue. Essayez de ne pas utiliser de la terre sableuse ni de la terre qui contient beaucoup de pierres, de racines, de l'herbe, des bâtons ou des feuilles. Le matériau organique se décomposera, laissant des points faibles dans la digue, par lesquels l'eau pourra passer facilement.

Figure 13 : Compacter une digue (Viveen et al., 1985)

Pendant la construction des digues, continuez à compacter la terre à intervalles réguliers. Ajoutez une couche de terre meuble de 30 cm à chaque fois, et tassez bien tout en arrosant la digue. Ensuite, battez la couche de terre avec une houe, un gros bout de bois ou une pièce de bois attachée à l'extrémité d'une perche (voir la figure 13). Ceci renforcera la digue.

Le niveau de l'eau de l'étang doit se trouver 30 cm plus bas que la crête des digues. Si on veut élever des poissons-chats, les digues devront dépasser le niveau de l'eau de 50 cm pour éviter que les poissons ne sautent par-dessus. Une fois la hauteur souhaitée atteinte, ajoutez encore un peu de terre pour tenir compte du tassement, après quoi il ne faudra plus ajouter de terre sur la crête des digues.

Si l'étang n'a pas encore la profondeur souhaitée, continuez les excavations, mais enlevez la terre de la superficie de l'étang. Si vous déposez la terre sur la crête des digues, ces dernières deviendront trop hautes et instables. En outre, cela entravera le travail autour de l'étang.

Les talus des digues devront avoir une pente douce, ce qui les rendra solides et évitera les affaissements dans l'étang. Il est plus facile de façonner la pente des talus APRES avoir creusé la plus grande partie de l'étang.

La meilleure pente pour un talus de digue d'étang est celle qui monte d'1 mètre pour tous les 2 mètres de distance horizontale. Il est simple de fabriquer un triangle comme celui qui est illustré dans la figure 14 pour faciliter le façonnement de la pente. Une bonne manière de déterminer si une digue a des pentes trop raides consiste à essayer de marcher lentement depuis la crête de la digue jusqu'au fond de l'étang. Si vous n'y arrivez pas, le talus est trop raide !

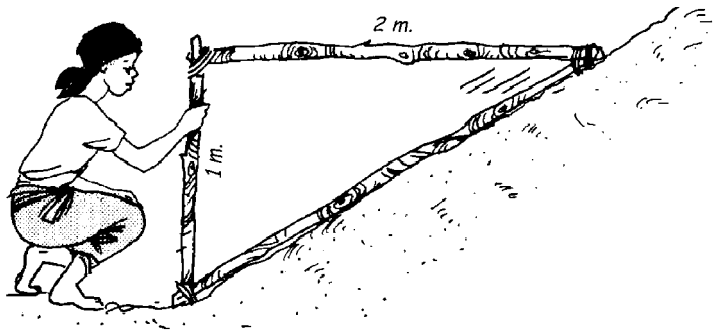


Figure 14 : Mesurer la pente d'une digue (Murnyak, 1990)

Le fond de l'étang devra également être incliné, pour que la profondeur de l'eau varie selon la longueur de l'étang. Aplanissez le fond de l'étang une fois que la bonne profondeur est atteinte, cela facilitera le glissement des filets sur le fond de l'étang au moment de récolter les poissons.

4 Construire les ouvrages d'entrée et d'évacuation des eaux

La prise d'eau consiste en un canal d'alimentation, un bassin de sédimentation et un tuyau pour conduire l'eau à l'étang (voir la figure 15).

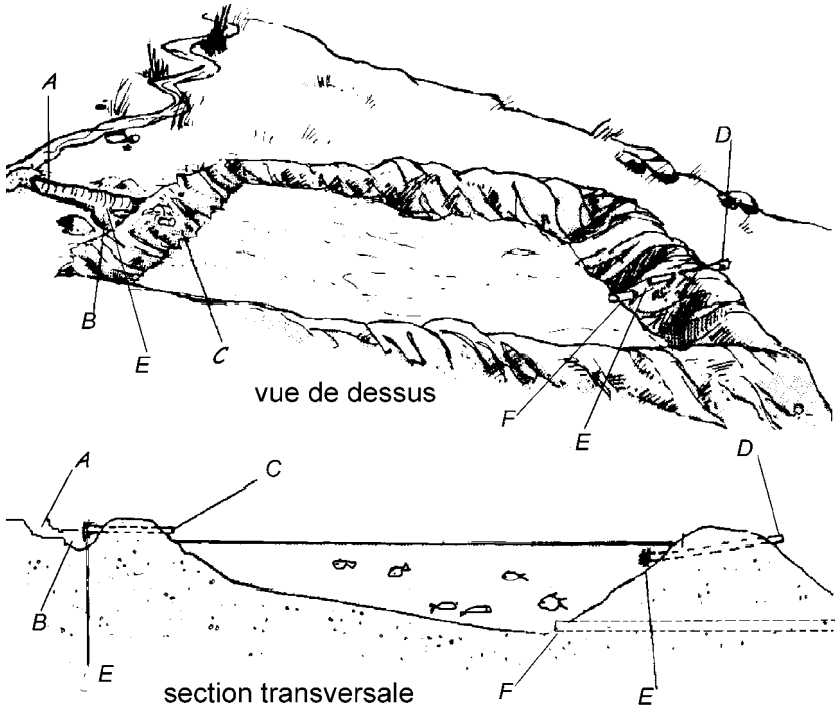


Figure 15 : Ouvrages de prise d'eau et d'évacuation des eaux (Murnyak and Murnyak, 1990). A : canal d'alimentation, B : bassin de sédimentation, C: tuyau d'entrée des eaux, D : déversoir, E : filtre, F : sortie d'eau. Vue de dessus et section transversale

L'eau qui vient alimenter un étang contient souvent de nombreuses particules de sol, ce qui provoque l'envasement de l'étang. Un bassin de sédimentation permettra d'éviter que les particules de sol accèdent à l'étang. Lorsqu'on élargit et approfondit le canal d'alimentation d'eau juste devant la digue de l'étang, les particules de sol tomberont au fond du trou ainsi créé – appelé « bassin de sédimentation » – au lieu d'accéder à l'étang.

Le tuyau d'alimentation en eau part du bassin de sédimentation, passe au travers de la digue et aboutit dans l'étang. La prise d'eau devra être située à environ 15 cm au-dessus du niveau de l'eau dans l'étang pour que l'eau d'entrée vienne y tomber. De cette manière, les poissons ne pourront pas s'échapper par le biais de la prise d'eau. Cela permet également de mélanger de l'air (et donc de l'oxygène) à l'eau de l'étang.

L'ouvrage de sortie des eaux est un déversoir, qui ne sera utilisé qu'en cas d'urgence. L'eau ne devra PAS se déverser des étangs quotidiennement. En cas d'averse intense, le déversoir permet d'évacuer les eaux excessives de pluie et de ruissellement. On peut construire le déversoir sous un angle, comme l'illustre la figure 15. Si vous installez le déversoir de manière à ce que son entrée se situe sous l'eau, comme le montre le schéma, vous évitez que le filtre (voir ci-dessous) soit obstrué par des matériaux qui peuvent flotter à la surface de l'étang.

Les tuyaux de prise et d'évacuation des eaux peuvent être des tuyaux en métal, en plastique, en bambou, en bois ou encore d'autres matériaux. Installez les tuyaux qui percent la digue proche du niveau de l'eau de l'étang.

Il faut munir les tuyaux de filtres pour empêcher les poissons d'entrer ou de sortir de l'étang. Le tuyau d'alimentation doit porter un filtre à son extrémité hors de l'étang pour empêcher l'accès des poissons sauvages ainsi que des objets comme les branches et les feuilles. Le tuyau d'évacuation des eaux doit porter un filtre à son extrémité à l'intérieur de l'étang pour empêcher les poissons de s'échapper.

On peut fabriquer des filtres avec de nombreux types de matériaux. Il suffit que le matériau laisse passer l'eau mais pas les petits poissons (voir la figure 16) :

A) pièce de métal où on a percé des trous
B) filtre de treillis métallique
C) pot en argile percé de trous
D) natte d'herbe lâchement tissée

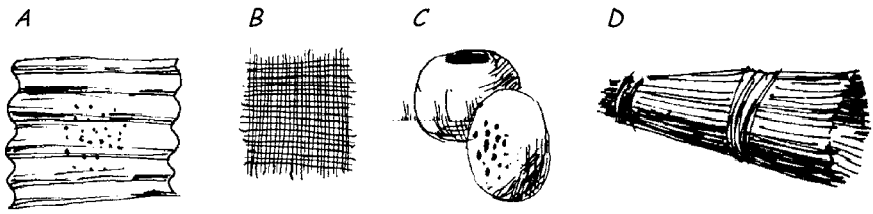


Figure 16 : Matériaux pour les filtres (Murnyak and Murnyak, 1990)

Il faut nettoyer les filtres une fois par jour.

5 Protéger les digues de l'étang

Une fois les digues construites, recouvrez-les avec la terre arable qui avait été mise de côté au moment de creuser l'étang. Sur les digues, plantez de l'herbe, comme par exemple l'herbe de Rhodes (*Chloris gavana*) ou le chiendent (*Cynodon dactylon*). N'utilisez pas de plantes aux racines longues, ni des arbres, car ils affaibliront les digues et pourront provoquer des fuites d'eau. La terre fertile provenant de la couche superficielle du sol aidera la nouvelle herbe à se développer et l'herbe permettra de protéger les digues contre l'érosion.

En cas de pluies torrentielles, l'étang peut déborder si des eaux de pluie et de ruissellement s'y déversent directement, pouvant détruire les digues. Ce problème survient surtout au niveau des étangs partiellement creusés et endigués construits sur des collines, mais on peut l'éviter en créant en amont de l'étang un canal de diversion pour l'eau de ruissellement. La terre libérée en creusant le canal servira alors à construire une petite digue en aval du canal. L'eau de ruissellement

pourra s'écouler hors de l'étang, évitant les débordements et les digues de l'étang sont ainsi protégées (voir la figure 17).

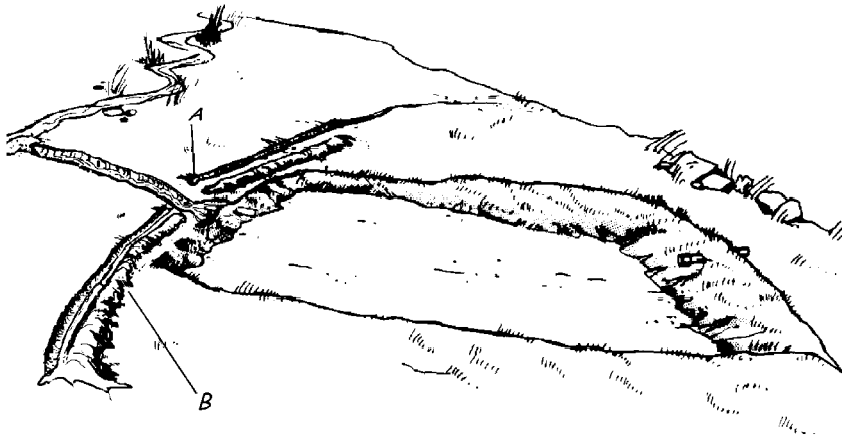


Figure 17 : Protection de digue par le biais d'un ouvrage de diversion pour l'eau de ruissellement (Murnyak and Murnyak, 1990). A : canal, B : digue

6 Fertiliser l'étang

On peut augmenter la production naturelle de poissons dans l'étang avec des apports de fertilisants comme par exemple du fumier, du compost ou des engrais chimiques. Epandez le fertilisant sur le fond de l'étang avant de remplir ce dernier d'eau. Ajoutez à l'eau des fertilisants à des intervalles de temps réguliers, de préférence quotidiennement, en fin de matinée ou en début d'après-midi. Le fait d'ajouter continuellement des fertilisants assurera une production continue d'aliments naturels pour les poissons. Pour des informations détaillées concernant les taux d'application de différents fertilisants, consultez l'Agrodok n° 21 portant sur « la pisciculture à la ferme ».

En cas de sol acide, ajoutez de la chaux ou des cendres de bois lorsque vous épandez les fertilisants sur le fond de l'étang, avant de le remplir d'eau. Utilisez 10 à 20 kg de chaux ou 20 à 40 kg de cendres de bois

par 100 m² du fond de l'étang (voir également la section concernant l'acidité, l'alcalinité et la dureté de l'eau, au chapitre 4, ainsi que l'annexe 2).

7 Clôturer l'étang

Une clôture autour de l'étang permettra de protéger les enfants pour qu'ils ne tombent pas dans l'eau ainsi que de tenir à distance les voleurs et les animaux prédateurs. Afin de construire une clôture robuste sans trop de frais, vous pouvez planter une haie dense autour de l'étang ou encore construire une clôture avec des perches et des branches épineuses.

8 Remplir l'étang d'eau

Avant de remplir l'étang, disposez des cailloux sur le fond à l'endroit où l'eau tombera depuis le tuyau de prise d'eau. De cette manière, l'eau d'entrée ne pourra pas creuser le fond de l'étang et l'éroder. Ouvrez ensuite le canal d'alimentation pour remplir l'étang.

Faites en sorte que l'étang se remplisse lentement, afin d'éviter que les digues ne s'affaissent par suite d'une humidification non uniforme. Pendant le remplissage, on peut mesurer la profondeur de l'eau à l'aide d'un bâton. Stoppez le remplissage une fois que la profondeur souhaitée est atteinte.

Pour éviter le débordement, tâchez de ne pas trop remplir l'étang. L'eau de l'étang ne doit pas circuler (elle devra donc être stagnante), car les courants ralentiront la croissance des poissons en emportant les aliments naturels. Il ne faudra ajouter à l'étang que la quantité d'eau perdue par le biais de l'évaporation et de l'infiltration. Les nouveaux étangs perdent souvent de l'eau après le premier remplissage, car le sol absorbe une partie de l'eau. Continuez à ajouter de l'eau pendant quelques semaines, et graduellement l'étang devra retenir toute l'eau.

9 Empoissonner l'étang

Attendez 4 à 7 jours avant d'empoissonner l'étang. Les aliments naturels auront alors le temps de s'accumuler afin d'atteindre un niveau

suffisant pour nourrir les poissons. Au cas où vous comptez introduire des substrats dans l'étang, il faudra attendre plus longtemps pour permettre la colonisation par des organismes dont les poissons pourront se nourrir (voir la section suivante concernant la pisciculture à base de périphyton).

Mettez avec soin les poissons juvéniles, appelés « alevins », dans l'étang, comme l'indique la figure 18. Veillez à ce que la température de l'eau de l'étang soit à peu près la même que celle de l'eau d'où ils proviennent.

Figure 18 : Empoissonner un étang (FAO, 1995)

Dorénavant, il sera important de maintenir l'étang dans un bon état et de contrôler la qualité de l'eau, comme le décrit le chapitre 4.

3.3 La pisciculture à base de périphyton

Le périphyton est un ensemble d'algues, de bactéries, de champignons et d'autres organismes aquatiques qui adhèrent à des substrats (du matériau dur) présents dans l'eau. Ces organismes forment des agglomérats, une sorte de couche visqueuse appelée « amas de périphyton ».

Des observations ont révélé que la production de poissons est plus élevée dans des étangs pourvus de substrats, comme des branches ou des tiges de bambou placées verticalement dans l'étang, que dans les étangs sans substrats (voir la figure 19). Cette pratique est connue sous le nom de « pisciculture à base de périphyton », elle est inspirée d'une

technique de pisciculture traditionnelle, celle de l'acadja, pratiquée dans les eaux libres, où de la végétation ou des branches sont réparties dans l'eau dans le but d'attirer des poissons ainsi que d'autres animaux.

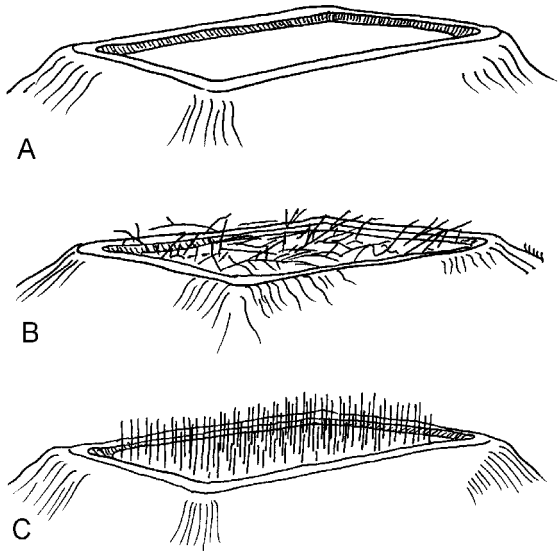


Figure 19 : Etangs avec et sans substrats : A. Etang sans substrats, B. Etang avec des bâtons et des branches placées au hasard, C. Etang utilisé dans des essais scientifiques avec des tiges de bambou placées à intervalles réguliers.

Les avantages de la pisciculture à base de périphyton sont les suivants (voir aussi la figure 21) :

Nourriture additionnelle

Un des principaux avantages liés à la présence des substrats dans un étang est que les branches ou les tiges immergées sont rapidement colonisées par divers organismes microscopiques qui peuvent servir de nourriture aux poissons (voir la figure 20). Dans la pisciculture à base de périphyton, les aliments naturels abondent dans l'étang, réduisant la nécessité d'apports de fertilisants ou d' aliments supplémentaires.

C'est un élément très important, aussi bien du point économique que du point de vue environnemental : l'alimentation supplémentaire et les fertilisants peuvent être coûteux, par ailleurs il s'agit d'un processus inefficace puisque la majeure partie des éléments nutritifs sont perdus dans l'environnement en tant que déchets. Le périphyton a l'avantage que la proportion des nutriments retenus par les poissons récoltés est bien plus élevée que chez les poissons venant d'étangs où l'on ajoute des aliments artificiels et des fertilisants (fertilisants inorganiques, compost, fumier, etc.).

Dans les étangs à base de périphyton, les poissons utilisent les ressources de manière bien plus efficace. Certaines espèces ont plus de facilité à brouter sur une structure tridimensionnelle, comme une tige de bambou (périphyton), qu'à filtrer les aliments de la colonne d'eau (phytoplancton = algues microscopiques).

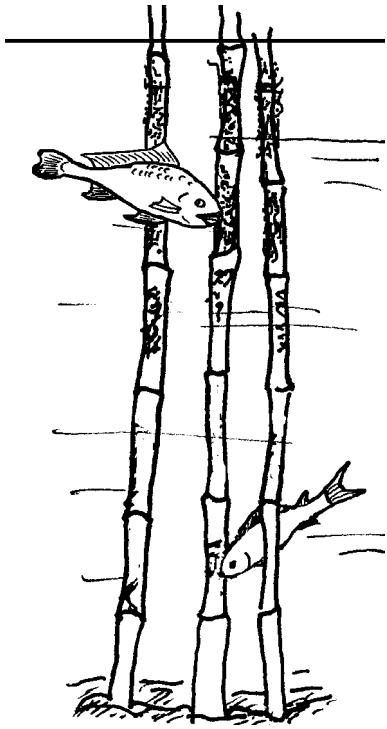


Figure 20 : Tige de bambou colonisée par le périphyton

Abri

Un autre avantage important des substrats dans l'étang est qu'ils protègent les poissons contre les prédateurs, tels que les oiseaux, les grenouilles ou les serpents. Bien que les piquets puissent servir de perchoir aux oiseaux qui mangent des poissons, on peut prendre certaines précautions qui empêchent les oiseaux d'attraper des poissons. Voici un exemple : les oiseaux qui doivent se jucher sur un bâton pour pouvoir attraper des poissons dépendent de la hauteur avec laquelle ce

dernier surplombe le niveau de l'eau. Si on allonge les bâtons, les oiseaux auront beaucoup de mal à s'en servir. Pour les oiseaux plongeurs, la densité des bâtons dans l'étang forme un obstacle et par conséquent réduit le risque de prédation. En dehors des prédateurs naturels, les vols commis par les humains peuvent être diminués si on place des bâtons ou des branches dans l'étang.

Aspects sanitaires

On admet en général que la survie des poissons est meilleure dans les étangs avec substrats. Les preuves s'accumulent pour démontrer que le périphyton peut avoir un effet positif sur l'état de santé des poissons. Il exerce une action antibiotique contre une diversité de bactéries présentes dans les étangs qui provoquent des maladies, et il a un effet de vaccin sur les poissons qui s'en nourrissent.

En outre, on a constaté que les poissons se frottent contre les branches ou les bâtons pour déloger des parasites.

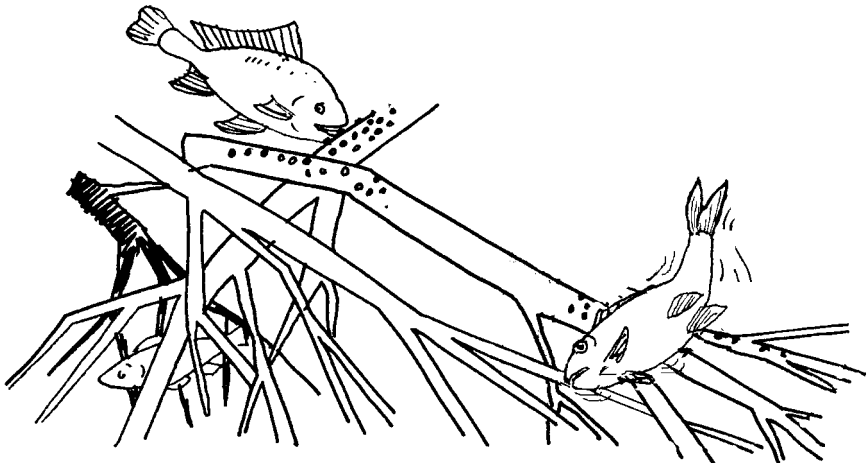


Figure 21 : Avantages de la pisciculture à base de périphyton : aliments, abri et aspects sanitairs

Etude de cas : Le projet : « Locally Intensified Farming Enterprises (LIFE) » ou exploitations agricoles localement intensifiés de CARE-Bangladesh

Différents facteurs, tels que le type de substrat, la densité du substrat, la quantité et la qualité du périphyton, l'espèce de poisson cultivée, la densité de poissons et la qualité de l'eau, influencent le succès d'un système.

Les substrats

Pour les pisciculteurs du Bangladesh, le processus de prise de décisions concernant le substrat à utiliser se base sur les connaissances locales dérivées de la pisciculture « acadja » (ou « brush park fisheries » au Bangladesh). Les facteurs qu'ils prennent en considération avant de sélectionner un substrat sont la flexibilité de différents substrats après immersion dans l'eau, les éventuels problèmes qui peuvent surgir en matière de qualité de l'eau et le potentiel de développement du périphyton.

En général, le bambou donne les meilleurs résultats, mais ce matériau est coûteux. Le choix du substrat dépendra de sa disponibilité au niveau local ainsi que de la question suivante : son utilisation dans l'étang est-elle en conflit avec d'autres activités du ménage comme par exemple le bois en tant que combustible ? La bagasse de canne à sucre, la paille du riz paddy et la jacinthe d'eau ont également été utilisés avec succès.

En ce qui concerne la densité du substrat, l'approche suivie par la majorité des producteurs est différente de celle qui est appliquée dans les stations de recherche. Pour les essais, l'idée était de disposer les perches de substrat à intervalles réguliers dans tout l'étang, avec une densité uniforme. Cependant, dans la pratique, la plupart des producteurs ont utilisé un mélange de tiges de bambou et de branches avec des densités inconnues. En général, les perches étaient placées à des intervalles de 1 à 1,5 m, alors que les branches étaient disposées au hasard dans l'étang. On a constaté que les producteurs positionnaient les perches en biais, afin d'agrandir la surface disponible pour le développement du périphyton, qui se concentre souvent dans la première couche de 30 à 45 cm de la colonne d'eau.

Selon les essais, la quantité appropriée de substrat à utiliser correspond globalement à une superficie plus ou moins égale à la superficie de l'étang. A titre d'exemple, un étang de 100 m^2 nécessitera approximativement 100 m^2 de tiges de bambou.

Le moment du placement du substrat dans un étang est important, puisqu'il faut attendre plusieurs jours, voire plusieurs semaines pour que le périphyton se développe en quantité suffisante pour pouvoir nourrir les poissons. La majorité des producteurs du Bangladesh a introduit le substrat environ un mois *après* avoir empoissonné leur étang, au lieu de le faire *avant* d'empoissonner leur étang.

En fin de compte, il a été constaté que le fait d'enlever les substrats de l'étang (pour permettre la récolte) abime les amas de périphyton qui s'assèchent, il fallait 1 à 2 semaines au périphyton pour se rétablir, retardant ainsi le cycle de production suivant. Il s'agit d'une des préoccupations majeures des producteurs.

Quantité et qualité du périphyton

La pression du broutage des poissons qui sont élevés dans l'étang affectera la capacité de régénération du périphyton. Il en découle que la densité d'empoissonnement ne devra pas entraver cette vitesse de régénération. On a peu de connaissances portant sur l'efficacité de broutage des différentes espèces de poissons, il est donc nécessaire d'effectuer davantage d'essais à ce sujet.

Il est possible d'améliorer la qualité nutritive des amas de périphyton en assurant la disponibilité des éléments nutritifs en quantité suffisante dans l'eau (il s'agit principalement du phosphore et de l'azote, mais également du silicium). Les apports de compost peuvent être utiles.

Espèces de poissons et densité de poissons

Des expériences ont été menées en Inde et au Bangladesh pour déterminer quelles sont les espèces de poissons convenant à la polyculture piscicole à base de périphyton (la pratique qui consiste à élever plusieurs espèces de poissons dans un même étang, voir le chapitre 5). Pour ces expériences, on a utilisé le bambou comme substrat.

On a constaté que les espèces de tilapia rouge et des carpes indiennes appelées « rohu » (*Labeo rohita*), et « kalbaush » (*L. calbasu*) se nourrissent de périphyton. En outre, la combinaison du « rohu » avec un poisson qui a des habitudes alimentaires complémentaires, la carpe « catla » (*Catla catla*), a donné une production de poissons très élevée, supérieure à la monoculture de chacune des espèces respectives si leur rapport varie entre 60% et 40%. En ajoutant au système « rohu-catla » l'espèce « kalbaush », qui se nourrit dans le fond de l'étang, la production totale était encore plus élevée.

L'expérience a montré que la plupart des espèces de poissons bénéficient du périphyton, les carnivores purs faisant exception. C'est pourquoi on recommande aux producteurs de faire des essais, afin de trouver quels sont les substrats appropriés pour stimuler le développement du périphyton dans leurs étangs, et de comparer l'augmentation de la production aux rendements obtenus précédemment.

Qualité de l'eau

Différents types de substrats ont des effets différents sur la qualité de l'eau dans l'étang. Pour donner un exemple, le bambou est plus résistant et demande moins d'oxygène dissous que les substrats organiques qui se décomposent facilement, tels que la bagasse de canne à sucre ou la paille de riz paddy. Par ailleurs, selon la position du substrat dans la colonne d'eau, les amas de périphyton sont soit des producteurs d'oxygène (couche d'eau supérieure), soit des consommateurs d'oxygène (couche d'eau inférieure). Si on contrôle la distribution des substrats dans la colonne d'eau, on peut éviter les carences d'oxygène dans un étang (voir le chapitre 4).

Les solides en suspension sont captés par l'amas de périphyton, ce qui améliore la transparence de l'eau et par conséquent la pénétration de la lumière solaire dans l'étang. L'amas de périphyton absorbe également des composés qui sont toxiques pour les poissons, comme l'ammoniac et le nitrate.

La toxicité de l'ammoniac est une entrave importante pour l'intensification de la pisciculture dans les systèmes d'étangs. Dans les étangs à base de périphyton, les bactéries qui décomposent l'ammoniac peuvent coloniser la surface des substrats qui se trouvent dans la colonne d'eau bien oxygénée. Ces amas forment un « biofiltre » qui maintient le taux d'ammoniac à un niveau faible.

Coûts et contraintes de la pisciculture à base de périphyton

Les coûts et les bénéfices d'un essai de polyculture avec des carpes ont été calculés en Inde dans une tentative de décrire le côté économique de la pisciculture à base de périphyton. Il s'agissait des carpes ca-

tla, rohu et de la carpe commune. Le substrat utilisé était la bagasse de canne à sucre, à différentes densités : 0, 7, 14 et 28 kg/100 m^2. Les rendements de poisson ont augmenté dans tous les essais avec substrat. Même si les essais avec 14 et 28 kg/100 m^2 ont donné à peu près les mêmes résultats. On a donc pris les coûts associés à l'essai avec 14 kg/100 m^2 pour les comparer à l'essai sans substrat. Le total des frais supplémentaires liés au transport, à la main d'œuvre et aux matériaux requis pour l'installation des substrats ont atteint Rs 5.960 (roupies indiennes), alors que l'augmentation des recettes provenant de la vente des poissons était de Rs 24.500.

La pisciculture à base de périphyton présente les inconvénients suivants :

- De la main-d'œuvre additionnelle est requise pour placer les substrats puis pour enlever ces derniers avant la récolte
- Eventualité de conflits d'utilisation des substrats qui peuvent servir le ménage autrement (en tant que combustible ou dans d'autres activités plus productives)
- Coûts liés aux substrats s'ils ne sont pas disponibles sur l'exploitation
- Risque de déforestation au niveau local si la demande en substrats augmente
- Problèmes de la qualité de l'eau si le système n'est pas géré convenablement
- Connaissances insuffisantes de la biologie du système : les espèces ou la combinaison d'espèces de poissons à cultiver, la densité de poissons, le type de substrat, la densité de ce dernier, etc.

Conclusion

Malgré les inconvénients mentionnés ci-dessus, l'aquaculture à base de périphyton offre de nombreux avantages aux pisciculteurs du monde entier. Premièrement, les rendements augmentent et la prédation et le braconnage diminuent. Deuxièmement, il s'agit d'une technologie relativement simple qui se sert des ressources locales (matériaux et main-d'œuvre) et qui peut être appliquée à différents degrés d'intensité pour la plupart des systèmes, en fonction des ressources

disponibles. Finalement, elle améliore la durabilité en augmentant le pourcentage des apports de nutriments retenus par les produits récoltés et en diminuant le déversement dans l'environnement de déchets et de substances potentiellement polluantes.

4 Entretien et suivi

Afin d'obtenir une production élevée de poissons dans l'étang, il est essentiel d'assurer un entretien et un suivi réguliers. La gestion quotidienne inclut :

- Le contrôle de la qualité de l'eau (oxygène, couleur, transparence, pH, température, etc.)
- Le contrôle de l'étang pour dépister les fuites d'eau éventuelles
- Le nettoyage des filtres de la prise d'eau et de la sortie d'eau
- L'observation des poissons pendant que ces derniers se nourrissent : mangent-ils normalement ? Sont-ils actifs ? Dans le cas contraire, surtout s'ils viennent prendre de l'air à la surface, le taux d'oxygène dissous est trop faible. Arrêtez les apports d'aliments et de fertilisants et faites circuler l'eau dans l'étang jusqu'au moment où les poissons reprennent leur comportement normal. Observez s'il y a des symptômes qui pourraient indiquer la présence d'une maladie
- La surveillance contre les prédateurs, guetter les empreintes et prendre des précautions si nécessaire
- L'élimination des algues indésirables qui poussent dans l'étang

La qualité de l'eau est un facteur crucial pour le grossissement des poissons et pour leur santé. Les principales caractéristiques de l'eau sont décrites ci-dessous.

L'oxygène

L'oxygène est un gaz que toutes les plantes dans l'étang produisent (y compris le phytoplancton) avec l'aide de la lumière solaire. Plus la lumière solaire accédant à l'étang est abondante, plus la quantité de phytoplancton est importante et plus la production d'oxygène dans l'étang sera élevée. Une partie de l'oxygène produit se dissout dans l'eau, le reste s'échappe dans l'air. Le taux d'oxygène dans l'eau varie au cours de la journée, car la production et l'absorption de l'oxygène par les plantes changent avec la lumière et l'obscurité. Le phytoplancton de l'étang ne produit de l'oxygène que lorsqu'il y a de la lumière. Pendant la nuit, il a besoin d'oxygène comme toute autre plante ou

animal dans l'étang, mais étant donné le manque de lumière de soleil, il est incapable d'en produire. Par conséquent, la quantité d'oxygène dissoute dans l'eau diminue après le coucher du soleil (voir la figure 22). Normalement, le taux d'oxygène atteint le niveau le plus élevé à la fin de l'après-midi (de l'oxygène a été produit tout au long de la journée) et le niveau le plus bas en début de la matinée (l'oxygène a été consommé au cours de la nuit). La carence en oxygène est la principale cause du décès des poissons lorsque les apports de fumier ou d'aliments ont été trop importants. Un taux d'oxygène suffisamment élevé est important pour une bonne production de poissons.

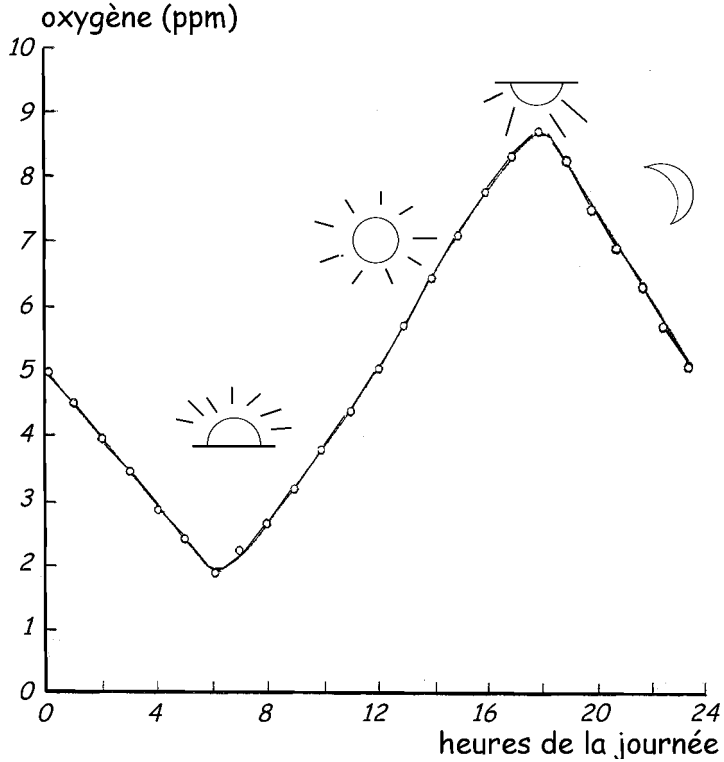


Figure 22 : Taux d'oxygène au cours de la journée

Si les poissons viennent à la surface de l'eau pour prendre de l'oxygène, vous pourrez résoudre le problème en faisant couler de l'eau fraîche dans l'étang. Le fait de remuer l'eau de l'étang permet également d'augmenter la quantité d'oxygène dissous. Evitez les apports d'aliments et de fertilisants au même moment, puisqu'ils sont souvent une des causes de la carence en oxygène. Une surcharge de poissons dans l'étang est une autre cause possible de carence en oxygène. Ces problèmes peuvent provoquer un stress d'oxygène chez les poissons, ce qui peut les rendre susceptibles aux maladies et provoquer leur décès.

L'acidité, l'alcalinité et la dureté de l'eau

L'eau appropriée à la pisciculture doit avoir un certain degré d'acidité, indiqué par sa valeur de pH. De préférence, cette valeur devra varier entre 6,7 et 8,6 (voir la figure 23). Des valeurs supérieures ou inférieures à cet intervalle entravent le développement et la reproduction des poissons. Le phytoplancton requiert une valeur de pH autour de 7 et le zooplancton (des animaux microscopiques dans l'eau de l'étang et dont les poissons se nourrissent) une valeur légèrement inférieure, un pH de 6,5.

croissance des poissons

décès	croissance lente		bonne croissance		croissance lente		décès
pH 4	5	6	7	8	9	10	11

Figure 23 : L'effet du pH sur la croissance des poissons (Viveen et al. 1985)

Parfois le pH de l'eau de l'étang peut changer rapidement. Une averse peut par exemple faire dissoudre des substances acides du sol que les eaux de ruissellement peuvent conduire à l'étang en s'y déversant. De cette manière, l'eau devient plus acide, donc sa valeur de pH diminue. La meilleure manière d'augmenter alors la valeur de pH de l'eau pour la rendre neutre (atour de 7) est d'ajouter de la chaux à l'étang (voir l'annexe 2).

L'alcalinité de l'eau est un indicateur de la capacité de l'eau à fixer l'acide (la capacité de tampon), c'est l'opposé de l'acidité de l'eau. Ceci veut dire que lorsque l'eau de l'étang a une alcalinité élevée, il faudra ajouter davantage de substances acides pour faire baisser la valeur de pH de l'eau.

La dureté de l'eau est un indicateur de la totalité des sels solubles présents dans l'eau. Une eau qui contient beaucoup de sels est appelée « dure », et une eau qui contient peu de sels est appelée « douce ». Une méthode pour mesurer la dureté de l'eau consiste à observer attentivement les digues de l'étang. Si on aperçoit une ligne blanche sur les digues à la hauteur du niveau de l'eau, l'eau contient des sels, dont une partie s'est séchée sur les digues. L'étang contient alors de l'eau dure. Une eau dure est importante pour la croissance des poissons. Si l'eau est trop douce (c'est-à-dire si la quantité de sels solubles est faible), le pisciculteur peut la rendre plus dure en y ajoutant de la chaux. De cette manière, la fertilité de l'étang augmentera, si bien que la production naturelle d'aliments suivra et finalement la production de poissons augmentera également dans l'étang.

On peut changer l'acidité, l'alcalinité et la dureté de l'eau par le biais du chaulage, comme décrit ci-dessus. Ces trois facteurs de qualité de l'eau ne sont **PAS** les mêmes, mais ils sont généralement représentés par la relation suivante :

faible alcalinité ≈ faible pH ≈ faible dureté

Ainsi, le but des apports de chaux est d'augmenter soit le pH de l'eau (pour atteindre une valeur proche de 7), soit son alcalinité, soit sa dureté. Les étangs récemment construits nécessitent un traitement différent de celui que l'on applique aux étangs qui ont déjà fait l'objet d'un chaulage.

- Etangs nouvellement construits
  Il faut les traiter avec 20 à 150 kg de chaux agricole pour 100 m^2 d'étang (voir l'annexe 2). On mélange ceci à la couche superficielle

du fond de l'étang (les premiers 5 cm). Ensuite, on remplit l'étang avec de l'eau jusqu'à une profondeur de 30 cm. Après une semaine, le pH de l'eau de l'étang devra atteindre une valeur de 7 et vous pourrez alors commencer les apports d'engrais.

- Etangs chaulés auparavant
  Il faut les traiter avec 10 à 15 kg de chaux vive pour 100 m^2 d'étang, à appliquer sur le fond humide de l'étang afin de se débarrasser des pathogènes, parasites et prédateurs de poissons. Après une période de 7 à 14 jours, il faudra remplir à nouveau l'étang. Lorsque l'eau atteint une profondeur de 30 cm, on pourra ajuster le pH de l'eau en ajoutant de la chaux agricole (voir l'annexe 2).

Turbidité

Le terme « turbidité » désigne la quantité de particules de terre et d'autres impuretés dissoutes, ou en suspension dans l'eau, qui donnent à cette dernière une couleur brunâtre. Une turbidité élevée peut diminuer la productivité des poissons, car elle réduira la pénétration de la lumière dans l'eau et par conséquent les plantes aquatiques produiront moins d'oxygène. Des solides dissous ou en suspension provoqueront également le colmatage des filtres et peuvent blesser les branchies des poissons.

Une méthode qui permet de mesurer la transparence de l'eau, constituant une manière indirecte pour estimer la turbidité, se base sur le disque de Secchi qui est illustré dans la figure 36 (voir le chapitre 7). Une méthode appropriée pour réduire la turbidité est l'utilisation d'un bassin de sédimentation. Il s'agit d'un petit réservoir au niveau de la prise d'eau de l'étang. L'eau coule dans ce réservoir et y restera pour que la boue se dépose dans le fond. Ensuite on fait entrer l'eau claire dans l'étang piscicole.

Une autre manière qui permet de clarifier une eau boueuse consiste à mettre du foin ou du fumier dans l'étang pour que ceux-ci se décomposent, provoquant la sédimentation des particules en suspension. Cette méthode ne devrait pas être appliquée lorsqu'il fait très chaud, car

le foin pourrira très rapidement, causant éventuellement une carence d'oxygène dans l'étang.

Lorsque la turbidité est principalement causée par des facteurs autres qu'une abondance de phytoplancton (la couleur de l'eau n'est pas verdâtre), on peut appliquer certaines pratiques très communes pour réduire cette turbidité. Par exemple, avant d'empoissonner l'étang, on met du fumier dans l'étang à un taux de 240 g/m^2. Faire trois applications à trois ou quatre jours d'intervalle. Une autre méthode pour réduire la turbidité consiste à appliquer de la chaux, du gypse ou de préférence de l'alun à un taux de 1 gramme par 100 litres d'eau.

Cependant, la seule solution qui a vraiment des effets à long terme sur la turbidité consiste à éloigner les eaux boueuses de l'étang et à protéger les digues contre l'érosion, c'est-à-dire éliminer les causes de turbidité.

Substances toxiques

La présence de substances toxiques dans l'eau qui alimente l'étang peut considérablement réduire la production de poissons, il est donc avisé d'étudier quelles sont les éventuelles sources de pollution présentes dans les environs de l'étang. De nombreux produits chimiques utilisés dans l'élevage et l'agriculture sont toxiques pour les poissons. Il ne faut donc jamais utiliser de produits chimiques à proximité de l'étang, ni pulvériser ce genre de produit lorsqu'il fait du vent.

Partie II : planification d'une exploitation piscicole

Figure 24 : Planning d'une exploitation piscicole

5 Introduction

Le terrain, l'eau et les conditions climatiques sont probablement les principaux facteurs naturels qu'il faut examiner. Lorsque vous envisagez d'exploiter un site pour la pisciculture, vous devrez considérer les effets que cela pourra avoir sur l'environnement. Des zones naturelles importantes (par exemple des zones où les poissons viennent se reproduire, comme les forêts de mangrove) *ne devraient pas être exploitées pour la pisciculture*. La disponibilité d'eau est essentielle, en termes de qualité et de quantité. Le type d'aquaculture et les espèces d'animaux ou de plantes que vous pourrez cultiver dépendront en grande partie des propriétés du site.

Il faut également souligner les risques liés à la pisciculture. Les poissons ont besoin de protéines pour se développer et se reproduire. Cela implique qu'ils peuvent agir en tant que concurrents pour des produits qui seraient autrement utilisés directement pour la consommation humaine. En outre, les frais de production sont assez élevés, donc sur le plan financier, *les poissons cultivés en étang ne peuvent pas toujours concurrencer financièrement les poissons pêchés en eau libre.*

Etablir une exploitation piscicole implique des investissements initiaux et des frais de production considérables ainsi que des risques économiques. Un futur pisciculteur devra donc considérer un certain nombre de facteurs très importants avant de s'aventurer dans la pisciculture (voir la figure 24). Par exemple :

1 Obtenir des informations :
Ceux qui se lancent dans la pisciculture peuvent souvent faire appel à de l'assistance pour mettre sur pied leur exploitation piscicole. Les services de vulgarisation donnent des appuis-conseils techniques. Dans certains cas, on propose même des aides financières.

2 Les finances :
Le calcul des frais à envisager devra inclure le prix du terrain ainsi que les dépenses en capital pour le stock de poissons, la construction de l'étang, la main d'œuvre, la production et la récolte.

3 Le site :
Le sol doit pouvoir retenir l'eau. L'eau doit être disponible en bonne qualité et en quantité suffisante, à un prix raisonnable. Le site doit se trouver à proximité du foyer et il faut faire une estimation des pertes potentielles de braconnage. La propriété du terrain doit être réglée et les licences requises doivent être connues et obtenues auprès des autorités nationales ou fédérales. Le site et les routes d'accès doivent être praticables et ne pas être sujets aux inondations.

4 Le stock de poissons :
Il vous faudra décider si vous voulez élever vous-même votre stock de poissons ou si vous voulez l'acheter auprès d'autrui. Si vous choisissez cette dernière solution, vous aurez besoin d'une source fiable de stocks de poissons de bonne qualité. Si vous optez pour l'élevage, il vous faudra un espace approprié pour l'entretien des stocks de géniteurs et la production de jeunes poissons.

5 La production :
Les aliments disponibles correspondent-ils aux préférences alimentaires de l'espèce de poisson sélectionnée ?

6 La récolte :
Suffisamment de personnes devront être disponibles pour récolter les poissons. Déterminez quelle est la méthode de récolte la plus économique. Vous aurez peut-être besoin d'installations pour stocker le poisson récolté.

7 La consommation :
Les poissons sont-ils destinés à l'autoconsommation ou à la vente ?

6 Sélection du site et du type d'exploitation

Sélection du site

La sélection d'un site adéquat constitue probablement le facteur de succès le plus important. Toutefois, si le site idéal n'est pas disponible, il faudra peut-être se contenter d'un compromis. Il peut également être question de conflits à résoudre, concernant l'utilisation du terrain et de l'eau. Vous devrez décider quelles sont les espèces à élever, en vous basant sur les aliments disponibles (par exemple des produits secondaires provenant de l'agriculture) et les fertilisants possibles (par exemple du compost ou du fumier).

Le choix du site dépendra du type d'exploitation piscicole que vous comptez gérer. Pour la construction des étangs, vous devrez tenir compte des facteurs suivants : le type de sol, la qualité et la quantité de l'eau disponible.

Le sol

La qualité du sol influence aussi bien la qualité de l'eau que la productivité d'un étang. Le sol doit également être approprié à la construction des digues. Pour déterminer si un sol est approprié, les deux principales propriétés à examiner sont la texture du sol (composition et taille des particules), et sa porosité ou perméabilité (la capacité de se laisser traverser par l'eau). Le fond de l'étang doit pouvoir retenir l'eau (avoir une faible porosité, comme l'argile) et le sol doit également contribuer à la fertilité de l'eau en fournissant des éléments nutritifs. La terre la plus appropriée pour la construction des étangs contient beaucoup d'argile. Trois méthodes à appliquer pour pouvoir prédire dans quelle mesure un sol est approprié à la construction d'un étang sont :

1 la méthode « par pression »
2 le test de la nappe phréatique
3 le test de la perméabilité à l'eau

1 La méthode « par pression » (voir la figure 25) :

a Arrosez une poignée de sol avec une quantité d'eau qui permet de l'humidifier juste un peu.

b Fermez la main en exerçant de la pression sur la terre.

c Si la terre garde sa forme lorsque vous ouvrez la main, elle sera bonne pour la construction des étangs.

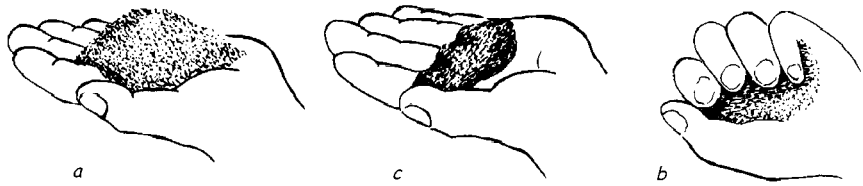


Figure 25 : La méthode « par pression » (Chakroff, 1976)

2 Le test de la nappe phréatique (voir la figure 26)

Pour obtenir des résultats fiables, il faudra effectuer ce test pendant la saison sèche :

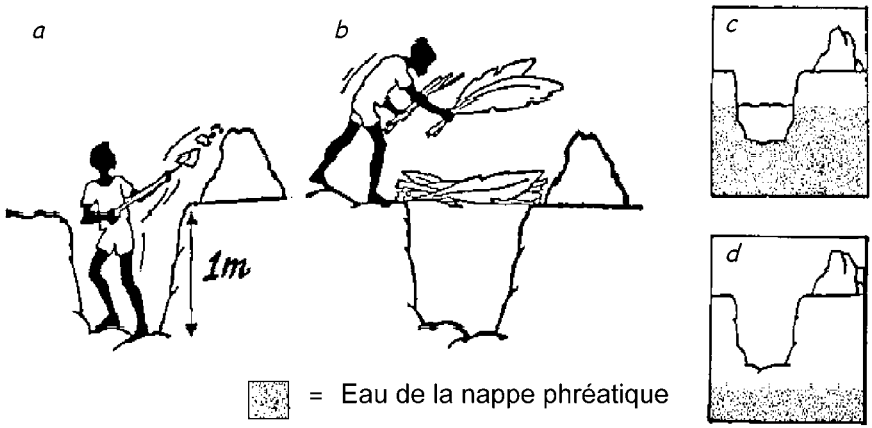


Figure 26 : Test de la nappe phréatique (Viveen et al., 1985)

a Creusez un trou d'un mètre de profondeur.

b Recouvrez le trou avec des feuilles pendant une nuit pour limiter l'évaporation.

c Si le lendemain le trou est rempli d'eau provenant du sol, on peut construire un étang. Toutefois, étant donné que le niveau de la nappe phréatique est tellement élevé qu'elle alimentera l'étang en eau, il faudra tenir compte du temps supplémentaire requis pour vider l'étang.
d Si le lendemain le trou est encore vide, il n'y aura pas de problèmes liés au niveau de la nappe phréatique et le site sera probablement approprié à la pisciculture en étang. Il faut maintenant tester la perméabilité du sol à l'eau.

3 Test de la perméabilité à l'eau (voir la figure 27) :

a Remplir le trou d'eau jusqu'au bord.
b Couvrir le trou avec des feuilles.
c Le jour suivant, le niveau de l'eau aura baissé car l'eau se sera infiltrée. Les parois du trou se seront probablement saturées d'eau et pourront dorénavant mieux retenir l'eau.
d Remplir à nouveau le trou jusqu'au bord avec de l'eau.
e Recouvrir à nouveau le trou avec des feuilles. Contrôler le niveau de l'eau le jour suivant.
f Si le niveau de l'eau est toujours élevé, le sol est suffisamment imperméable et donc approprié à la construction des étangs.
g Si l'eau a disparu, le site n'est pas approprié à la pisciculture, à moins de recouvrir le fond de l'étang avec du plastique ou de l'argile lourde.

La topographie et particulièrement la pente du terrain sont déterminantes pour la construction de l'étang. On peut profiter de l'inclinaison du terrain pour vider l'étang au moment de la récolte.

Les terrains tout à fait plats et les terrains accidentés, où les pentes sont supérieures à 4%, ne sont pas appropriés à la construction des étangs. Toutes les inclinaisons qui vont de 2% à 4% sont adéquates pour la construction des étangs. Une pente de 2% indique qu'il y a 2 cm de perte d'altitude pour chaque mètre de distance horizontale. Lorsque la pente du terrain est adéquate, on peut remplir et vider

l'étang de manière simple en bénéficiant de la gravité. Cependant, il faudra veiller à éviter l'érosion des digues de l'étang.

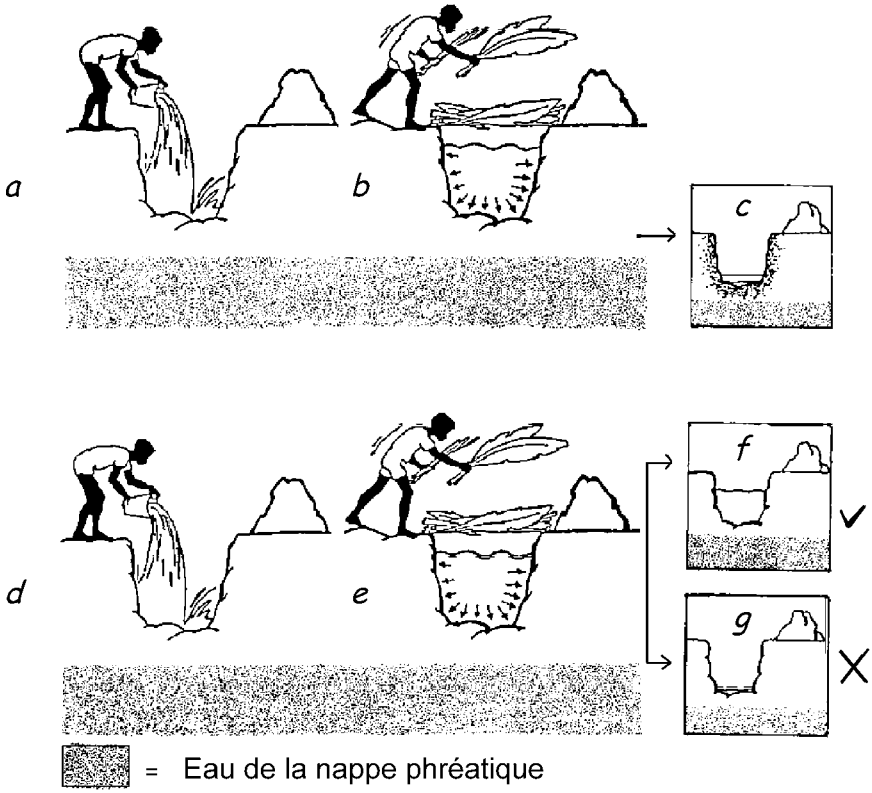


Figure 27 : Test de perméabilité à l'eau (Viveen et al., 1985)

L'eau

La disponibilité d'eau de bonne qualité est significative pour tous les systèmes piscicoles, mais la quantité disponible joue un rôle encore plus important pour les systèmes de pisciculture continentale. Une alimentation en eau continue est requise, non seulement pour remplir l'étang, mais aussi pour compenser les pertes causées par l'infiltration et l'évaporation (voir la figure 28).

Il est très important d'examiner les sources d'eau disponibles :

- Quelle est la quantité d'eau disponible ?
- L'eau est-elle disponible pendant toutes les saisons, ou existe-t-il des variations de disponibilité d'eau selon les différentes saisons ?
- Quelles sont les sources d'eau ? Est-il probable qu'elles soient polluées ?

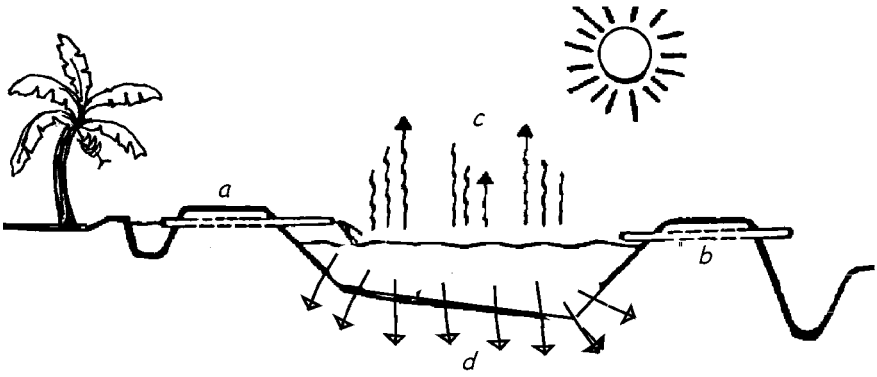


Figure 28 : Alimentation et pertes d'eau dans un étang piscicole (Viveen et al. 1985) a : prise d'eau, b : déversoir, c : évaporation, d : infiltration)

Dans une situation idéale, l'eau est disponible tout au long de l'année. Différentes sources d'eau et les inconvénients liés sont listés dans le tableau 2.

La température de l'eau

La température de l'eau est un facteur important pour déterminer si on peut réellement élever les espèces de poissons sélectionnées. Une température d'eau de 20 °C à 30 °C convient généralement à la pisciculture.

La salinité de l'eau

Les variations au niveau de la salinité (la quantité de sels dissous dans l'eau) de l'eau constituent également un facteur important à considérer. Certaines espèces de poissons supportent différents taux de salini-

té, mais cela ne s'applique pas à toutes : les tilapias et les poissons-chats, par exemple, supportent toute la gamme qui va de l'eau douce à l'eau de mer, alors que les carpes ne supportent que l'eau douce.

Il s'agit-là des principaux critères de qualité d'eau qu'il faut considérer pour sélectionner un site. D'autres caractéristiques déterminant la qualité de l'eau jouent également un rôle mais on peut les gérer par le biais des pratiques de pisciculture. (Par exemple l'oxygène dissous, le pH, etc. Voir le chapitre 4).

Tableau 2 : Les sources d'eau et leurs principaux inconvénients

Source d'eau	Principal inconvénient
Précipitation Ces étangs ne sont alimentés en eau que par la pluie	**Dépendance** L'alimentation en eau dépend de la quantité des précipitations et des fluctuations saisonnières
Ruissellement On peut remplir les étangs lorsque l'eau provenant du terrain environnant s'y déverse	**Turbidité élevée** La turbidité est la quantité de boue dans l'eau. En cas de ruissellement, l'eau peut être boueuse. Il y a des risques d'inondation et de présence de pesticides (ou d'autres substances polluantes) dans l'eau
Eaux naturelles L'eau peut provenir d'une diversion de cours d'eau, de fleuves ou de lacs	**Contamination** Les animaux, les plantes et les organismes pourris peuvent causer des maladies. Il y a des risques de présence de pesticides (ou d'autres substances polluantes) dans l'eau
Sources L'eau de source est de l'eau qui sort du sol. L'eau de source est bonne pour les étangs piscicoles parce qu'elle est généralement propre	**Faible taux d'oxygène et basse température**
puits Les puits sont des endroits où l'eau du sol est pompée pour la faire venir à la surface	**Faible taux d'oxygène et basse température**

7 Sélection des espèces de poissons

Au moment de sélectionner les espèces de poissons à élever, il faut tenir compte de différents facteurs biologiques et économiques qui sont importants :

- le prix de marché et la demande (n'entrent pas en jeu si les poissons sont destinés à l'autoconsommation)
- le taux de croissance
- la capacité de se reproduire en captivité
- la simplicité de culture des jeunes poissons
- la concordance entre les aliments de poissons disponibles et les préférences alimentaires des espèces de poissons à sélectionner

Il sera souvent possible de choisir parmi des espèces locales et d'éviter l'introduction d'espèces exotiques pour la pisciculture. Les principales caractéristiques biologiques (taux de croissance, reproduction, taille et âge d'arrivée à maturité, habitudes alimentaires, robustesse et vulnérabilité aux maladies) déterminent la mesure dans laquelle une espèce est appropriée à la pisciculture dans les conditions locales.

Certaines espèces à croissance lente sont prises en considération pour la pisciculture étant donné leur prix de marché, mais il est souvent difficile de rendre leur exploitation rentable. C'est un atout lorsqu'un poisson atteint la taille commercialisable avant d'arriver à maturité puisqu'ainsi la majeure partie des aliments est utilisée pour entretenir le développement des muscles plutôt que la reproduction. Toutefois, une maturité précoce assure un accès plus facile aux jeunes poissons.

Les poissons connaissent les phases de développement suivantes :

1 œuf
2 larve : dispose de réserves, n'a pas encore besoin d'aliments
3 fretin : les réserves de la vésicule vitelline sont épuisées, des aliments externes sont maintenant requis

4 alevin : jeune poisson, plus âgé que le fretin mais n'ayant pas encore atteint une année, ayant environ la longueur d'un doigt
5 poisson juvénile : poisson qui n'est pas encore mature
6 adulte : le poisson peut se reproduire

L'expression « jeunes poissons » désigne normalement des poissons dans les phases de croissance suivantes : fretin ou alevin

Si vous n'avez pas l'intention d'assurer vous-même la reproduction de vos poissons, vous dépendrez peut-être des apports d'alevins provenant des eaux libres. En général, il s'agit-là d'une source incertaine, car les quantités d'alevins recueillis dans les eaux libres varient grandement d'un moment à l'autre ; ceci tient au fait que la reproduction naturelle des poissons dépend de facteurs biologiques que l'on ne peut pas prévoir (température de l'eau, disponibilité d'aliments, etc.). Par ailleurs, la collecte des alevins dans les eaux libres peut donner lieu à des conflits avec les pêcheurs commerciaux. Il est préférable de sélectionner des espèces de poissons dont vous pourrez facilement assurer la reproduction, ou bien des espèces que l'on peut acheter au marché de poissons ou auprès d'un fournisseur fiable de poissons, d'une station de pisciculture ou encore d'un service de vulgarisation piscicole.

Dans la pisciculture, les frais d'alimentation représentent généralement la part la plus importante du total des coûts de production. Il est donc préférable d'opter pour des espèces de poissons qui mangent des plantes (des herbivores) ou des espèces qui mangent des plantes et des animaux (des omnivores) car celles-ci se nourrissent des ressources alimentaires naturelles présentes dans l'étang. Pour ces espèces, les frais d'alimentation seront relativement bas. Par contre, les espèces de poissons carnivores (les prédateurs) requièrent un régime alimentaire contenant beaucoup de protéines et leur production sera donc plus coûteuse. Néanmoins, pour compenser les frais d'alimentation, la plupart des espèces carnivores obtiennent des prix de marché plus élevés.

Les espèces robustes qui ont une certaine tolérance pour les conditions défavorables pourront mieux survivre dans des conditions environne-

mentales relativement pauvres (par ex. le tilapia). Il ne faut pas seulement considérer les effets de l'environnement sur les espèces de poissons, lorsqu'on introduit une nouvelle espèce, il faut également tenir compte de l'influence des poissons sur l'environnement.

Une espèce de poissons nouvellement introduite doit :
- satisfaire à un besoin que les espèces locales ne peuvent pas assouvir
- ne pas concurrencer les espèces locales
- ne pas se croiser avec les espèces locales pour produire des hybrides indésirables
- ne pas introduire de maladies ni de parasites
- vivre et se reproduire en équilibre avec son environnement

Si vous introduisez des espèces exotiques, vous devez savoir que cette activité est régie par de strictes réglementations nationales et internationales.

Si on cultive différentes espèces de poissons dans un même étang (polyculture), la production de poissons sera plus élevée que dans la situation où l'on cultive les espèces séparément (monoculture).

La monoculture

Une seule espèce de poisson est cultivée dans l'étang. L'avantage d'une monoculture est qu'il est plus facile de donner certains suppléments à manger aux poissons puisqu'il ne faut tenir compte que d'une espèce en ce qui concerne les préférences alimentaires. L'inconvénient est qu'une seule maladie risque de tuer tous les poissons de l'étang. Différentes espèces de poissons ont normalement des vulnérabilités différentes par rapport aux maladies.

La polyculture

On cultive plus qu'une espèce de poisson dans l'étang. De cette manière, on tire mieux parti des différentes ressources d'aliments naturels présentes dans l'étang. Chaque espèce de poisson a ses préférences alimentaires spécifiques, qui sont liées à la position que le poisson

occupe dans l'étang (certains poissons vivent dans le fond, d'autres vivent au milieu de la colonne d'eau). Pour donner un exemple, la carpe de vase vit principalement dans le fond de l'étang et se nourrit de la boue et de détritus qu'elle y trouve. Le tilapia, par contre, préfère le milieu de la colonne d'eau dans l'étang. Si on combine différentes espèces dans un même étang, la production totale de poissons peut atteindre un niveau plus élevé qu'il ne serait possible avec une seule espèce ou même avec les différentes espèces dans des étangs séparés. Un exemple de système de polyculture piscicole chinois est la culture combinée de la carpe argentée, de la carpe à grosse tête et de la carpe herbivore dans un même étang (voir la figure 29).

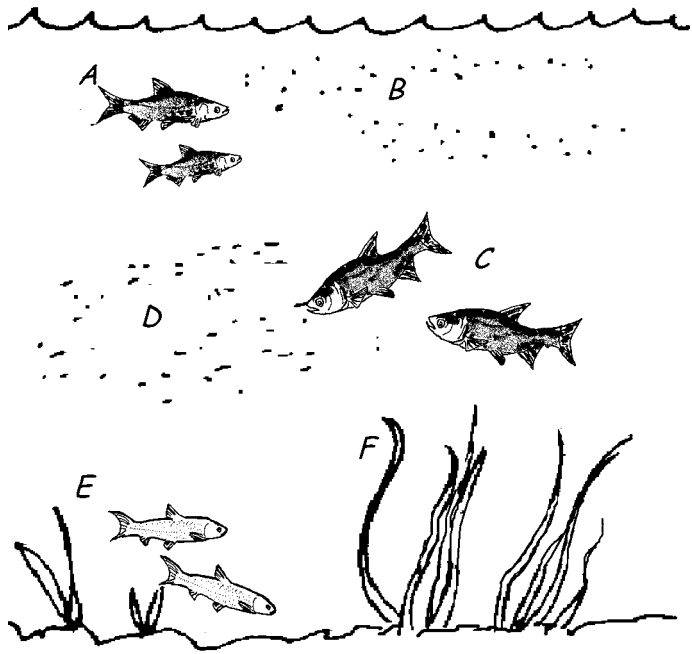


Figure 29 : Polyculture de carpes. A : carpe argentée, B : phytoplancton, C : carpe à grosse tête, D : zooplancton, E : carpe herbivore, F : plantes aquatiques

La carpe argentée se nourrit principalement de phytoplancton, la carpe à grosse tête principalement de zooplancton et la carpe herbivore principalement de plantes aquatiques, il ne sera donc pas vraiment question de concurrence alimentaire. Un autre exemple très commun est la polyculture du tilapia avec la carpe commune car le tilapia se nourrit principalement de phytoplancton et la carpe commune de zooplancton et de matériaux qui se trouvent au fond de l'étang. Une forme spéciale de culture est la combinaison du tilapia avec soit le poisson-chat, soit le poisson à tête de serpent (en général, avec un poisson prédateur), afin de contrôler la multiplication excessive du tilapia. Il faudrait mettre l'accent sur les espèces de poissons qui mangent différents types d'aliments.

7.1 Les espèces les plus cultivées

Les tilapias, les poissons-chats et les carpes sont les espèces les plus cultivées dans les zones tropicales.

La culture des tilapias

Le groupe des tilapias est formé par des espèces tropicales de poissons d'eau douce qui sont originaires d'Afrique et du Moyen Orient. On connaît au moins 77 espèces de tilapia, parmi lesquelles le tilapia du Nil est celle qui se développe le plus rapidement.

Les tilapias sont des poissons idéaux pour la polyculture dans des conditions environnementales pauvres et/ ou lorsque la gestion de l'étang ne vient pas au premier rang des priorités. Ce sont des poissons robustes, capables de supporter des températures d'eau extrêmes ainsi que de faibles taux d'oxygène dissous. Le frai naturel se produit dans pratiquement tous les types d'eau. L'intervalle de température de l'eau assurant une croissance et une reproduction optimales va de 20 à 30 °C. Les tilapias peuvent supporter des températures d'eau aussi basses que 12 °C et ils survivent dans des eaux dont la température a une valeur inférieure à 10 °C pendant des périodes de temps prolongées. On connaît également certaines espèces qui survivent et se développent dans de l'eau salée. Comme ce sont de vrais omnivores, les

tilapias mangeront presque de tout. En raison des caractéristiques favorables à la culture mentionnées dans ce qui précède, on considère les tilapias comme étant les espèces les plus appropriées à la pisciculture à petite échelle.

Cependant, la reproduction continuelle des tilapias entrave la pisciculture lucrative. Un tilapia devient sexuellement mature lorsqu'il atteint une taille d'environ 10 cm (environ 30 grammes de poids corporel). Cette maturation précoce et la reproduction fréquente entraînent une surpopulation des étangs par de jeunes poissons et conduira à une compétition violente entre le stock de tilapia et les nouveau-nés. Ceci fera décroître le taux de croissance du stock de tilapia, donnant comme résultat de nombreux exemplaires de tilapias de petite taille au moment de la récolte.

Le système de culture de tilapia le plus commun et le plus répandu est celui qui utilise des étangs en terre, de toutes tailles. Dans la culture en étang, on essaye de surmonter le problème de la reproduction précoce et donc de la surpopulation de l'étang. Parmi les différentes méthodes appliquées, la plus simple consiste à effectuer une récolte continue. Pour ce faire, on enlève les plus gros poissons en utilisant un filet sélectif fait de matériaux naturels ou de nylon. Ainsi, le fait d'enlever les poissons qui ont atteint une taille commercialisable permet aux jeunes poissons de continuer à se développer. Bien que cette méthode prolonge la période avant l'arrivée à maturité, elle est intensive en main-d'œuvre. Elle comporte également le risque de détérioration génétique du stock : les gros poissons qui ont une croissance rapide sont vendus, par conséquent, ce sont les exemplaires à croissance lente qui assureront la reproduction.

Une méthode un peu plus complexe consiste à enlever le fretin de l'étang au moment où ils sortent des œufs, à les élever dans des étangs d'alevinage puis les mettre en stock dans des étangs de grossissement. Cependant, comme indiqué dans ce qui précède, les poissons auront tendance à se reproduire avant d'avoir atteint une taille commercialisable, et la surpopulation pourra toujours poser un problème.

Pour le pisciculteur qui a une petite exploitation pour l'autoconsommation, la manière la plus rentable de contrôler la surpopulation est d'élever également un stock de poissons prédateurs dans le même étang que les tilapias. Les prédateurs en question mangeront la majeure partie du fretin de tilapia (poissons juvéniles) et par conséquent préviendront la surpopulation de l'étang. On utilise différents prédateurs sur le plan mondial : le *Cichlasoma managuense* (El Salvador), le *Hemichromis fasciatus* (Zaïre), la perche du Nil ou *Lates niloticus* (Egypte), le *Micropterus salmoides* (Madagascar) ou le *Bagrus docmac* (Ouganda). Quand on vend les prédateurs, ils obtiennent souvent des prix de marché élevés.

Lorsque vous appliquez cette méthode pour contenir la multiplication des tilapias, il faut considérer les facteurs suivants : la taille et la densité de stock, aussi bien des tilapias que des prédateurs ; ainsi que le moment dans le temps où les prédateurs sont introduits dans l'étang. En général, les tilapias commencent à se reproduire dès qu'ils sont mis dans l'étang, on peut donc introduire les poissons prédateurs au même moment.

La densité de stockage des tilapias est de $2/m^2$ et celle des poissons prédateurs varie selon la voracité de ces derniers : 83 poissons-chats d'au moins 30 cm de longueur pour 100 m^2 d'étang ou 7 poissons à tête de serpent d'au moins 25 cm de longueur pour 100 m^2.

Si on choisit d'autres espèces de poissons prédateurs, il faut considérer consciencieusement le nombre et la taille des poissons à stocker. Comme règle générale, on peut partir du fait qu'un poisson prédateur consomme au maximum des poissons proie dont la taille représente 40% de sa propre longueur. Cela implique que lorsque vous mettez en stock des tilapias de 10 cm, les poissons prédateurs à introduire devront avoir une longueur inférieure à 25 cm (10/0,40), sinon le prédateur mangera le stock de tilapia !

La densité de stockage du prédateur dépend de sa voracité. Pour estimer le degré de voracité du prédateur à stocker, vous pourrez faire des

comparaisons entre celui du poisson-chat à voracité modérée et celui du poisson à tête de serpent qui est très vorace.

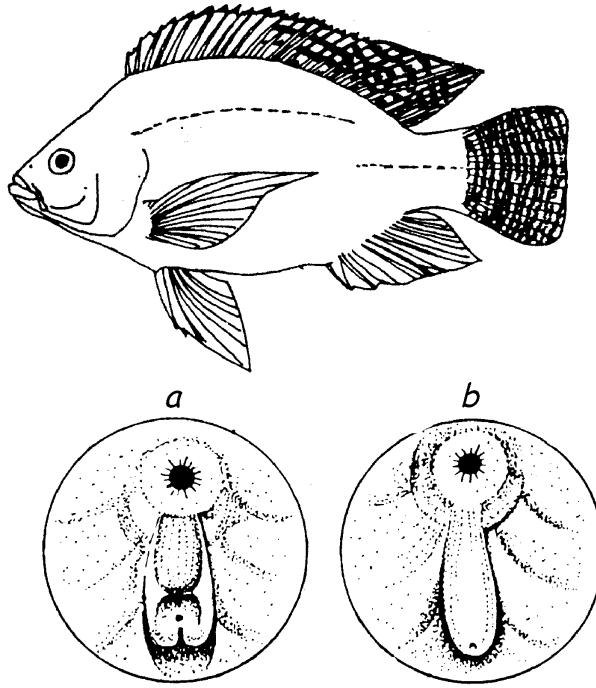


Figure 30 : Papilles génitales des tilapias : femelle (a) et mâle (b) (FAO, 1995)

Les tilapias mâles se développent plus rapidement que les femelles, donc ils sont souvent plus grands au même âge. On peut distinguer les tilapias mâles des femelles par le biais de l'absence de fente transversale au niveau des papilles génitales (voir la figure 30).

Le frai

La production des œufs ne présente pas de problèmes étant donné que les poissons fraient spontanément dans les étangs. Pour le frai, la température d'eau préférée est de 20 à 30 °C.

Les tilapias ne se reproduisent pas tous de la même façon. Normalement, on met dans un étang un stock de densité moyenne d'un poisson pour 2 m^2 dans une proportion d'un mâle pour quatre ou cinq femelles, les tilapias femelles ayant un poids d'environ 700 g et les mâles pesant environ 200 g. Les tilapias mâles commenceront immédiatement à creuser des trous dans le fond de l'étang, pour ensuite attirer une femelle vers leur trou et cette dernière libèrera tout simplement ses œufs. Si le fond de l'étang n'est pas meuble, des pots en terre cuite ou des cages en bois pourront servir de matériel pour construire un nid. Les tilapias pourront alors se reproduire toutes les 3 ou 6 semaines.

La quantité d'œufs libérés par ponte dépend de la taille de la femelle. Une femelle de tilapia du Nil de 100g émet une centaine d'œufs, alors qu'un poisson de 600 à 1000g libèrera 1.000 à 1.500 œufs. On recueille le fretin une fois par mois et les alevins sont élevés dans des étangs d'alevinage. En moyenne, la production mensuelle correspond à 1.500 poissons juvéniles par mètre carré.

Dans un premier temps, le fretin se nourrira des aliments naturels produits par l'étang. On enlève le fretin des étangs frayères pour les transférer à des étangs d'alevinage ou directement à des étangs de grossissement. A partir du moment où ils sont transférés, on leur donne des aliments supplémentaires à un taux d'environ 6 ou 8% du poids corporel, en fonction du type d'aliment. Si on utilise du son de blé, l'administration des aliments peut varier de 4% à 11% du poids des poissons par jour.

Les étangs de grossissement

La culture des tilapias se concentre généralement sur la production de poissons de taille commercialisable qui pèsent au moins 200 à 300 g. Les étangs de culture extensive ou semi-intensive ont une superficie qui peut varier de quelques mètres carrés à quelques milliers de mètres carrés. Les unités typiques de culture intensive ont une superficie de 800 à 1000 m^2, qui est facile à gérer pour un pisciculteur.

On recommande une densité d'empoissonnement de 2 alevins/m² ainsi que des apports de fertilisants et/ou d'aliments additionnels. L'abondance de nourriture disponible conduira à une plus grande taille avant l'arrivée à maturité et diminue la fréquence de frai des femelles, ce qui permet de reporter artificiellement l'effet de la surpopulation dans l'étang. On peut réaliser deux récoltes par an si la taille marchande d'un poisson est autour de 200 g. On peut fertiliser les étangs avec de la fiente de poule et du phosphate d'ammonium. Des aliments additionnels souvent utilisés sont le son de riz, le son de blé et le fumier de poule séché.

L'alimentation et les fertilisants

Bien que parmi les espèces de tilapia on puisse distinguer un groupe qui se nourrit principalement de plantes aquatiques et un groupe qui se nourrit principalement de phytoplancton, dans des conditions de culture en étang les poissons ont des habitudes alimentaires très flexibles. Ils mangeront pratiquement toute sorte de nourriture qu'on leur donnera. Le détritus qu'ils trouvent au fond de l'étang constitue également une partie importante de leur alimentation. Des apports de fumier ou d'engrais chimiques à l'étang permettront d'augmenter la production totale de poissons.

On peut utiliser une diversité d'aliments lorsqu'on cultive des tilapias en étang. Les jeunes tilapias dépendent surtout de la production naturelle d'aliments dans l'étang. Pour les tilapias adultes, ils peuvent se contenter de la production naturelle d'aliments dans l'étang si on ajoute du fumier et/ou des engrais chimiques. En supplément, on peut y ajouter d'autres aliments. On peut donner aux tilapias des matériaux issus de plantes, comme des feuilles, du manioc, de la patate douce, de la canne à sucre, du maïs, de la papaye et différents produits provenant de l'agriculture, comme le son de riz, les fruits, les restes de brasserie, les tourteaux de coton, les tourteaux d'arachide et la pulpe de café.

Le type d'aliment utilisé dépend de sa disponibilité et des frais liés au niveau local. Dans la plupart des cas, les aliments sont préparés sur l'exploitation même, à partir de toutes sortes de (sous-) produits agri-

coles. Quelques exemples de formulations simples pour les aliments sont présentés dans le tableau 3. La quantité d'aliments à donner aux poissons dépend de la taille des poissons et du type d'aliment en question. La meilleure façon de déterminer la quantité d'aliments à administrer consiste à observer de près les poissons dans l'étang au moment où ils se nourrissent. Ne donnez pas à manger aux poissons plus d'aliments qu'ils ne pourront manger à ce moment-là.

Tableau 3 : Quelques formulations d'aliments pour les tilapias utilisés dans différents pays (Pillay, 1990).

Philippines	**Afrique centrale**	**Côte d'Ivoire**
65% son de riz 25% farine de poisson 10% farine de coprah	82% tourteaux de coton 8% farine de blé 8% farine de sang 2% bi calcium phosphate	61-65% son de riz 12% blé 18% tourteaux d'arachide 4-8% farine de poisson 1% écailles d'huître broyées

Les systèmes de polyculture du tilapia avec la carpe commune, et soit le mulet, soit la carpe argentée, permettent une utilisation maximale des aliments naturels de l'étang. Le rendement de poissons peut atteindre 750 à 1.070 g/m²/an dans un système de polyculture.

Tableau 4 : Exemples de niveaux de production types obtenus dans différents systèmes de culture

Etang non fertilisé, sans stock de poisson prédateur	30-60 g/m²/an
Etang non fertilisé, avec apport d'aliments et stock de poisson prédateur	250 g/m²/an
Etang fertilisé avec du fumier (de porc, de volaille etc.)	300 à 500 g/m²/an
Etang fertilisé avec apport d'aliments additionnels	800 g/m²/an

La culture des poissons-chats

Les poissons-chats appartiennent à l'ordre de poissons que l'on appelle les *Siluriformes*. Cet ordre connaît plusieurs familles y compris les Ictaluridés, les Pangasiidés et les Clariidés. Il comprend des espèces de poissons marines ainsi que des espèces d'eau douce que l'on trouve presque partout dans le monde.

Plus de 2.000 espèces différentes ont été enregistrées, dont plus que la moitié est représentée en Amérique du sud. Voici quelques familles de poissons-chats et leur zone de culture :

Ictaluridae ; la barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*) et le poisson-chat bleu (*Ictalurus furcatus*) cultivés aux Etats-Unis.
Pangasiidae ; le *Pangasius sutchi* cultivé en Thaïlande, au Cambodge, au Vietnam, au Laos et en Inde et *Pangasius iarnaudi*.
Clariidae ; les *Clarias batrachus* et *Clarias microcephalus* cultivés en Thaïlande et le poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*) cultivé en Afrique et en Europe (voir la figure 31).

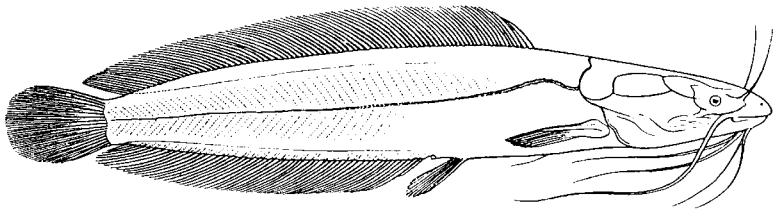


Figure 31 : Poisson-chat africain (Clarias gariepinus)

Tous les poissons-chats cultivés sont des espèces d'eau douce et chaude, ayant une prédilection pour les températures allant de 16 à 30 °C. Les poissons-chats ont soit une peau nue, soit leur peau est recouverte de plaques osseuses, ce qui est un atout pour le pisciculteur qui pourra manipuler les poissons sans craindre d'arracher des écailles et de blesser leur peau. Leur nature robuste et leur capacité de survivre hors de l'eau pendant de longues périodes sont particulièrement appréciés dans les pays tropicaux où les températures d'eau plus élevées causent des problèmes pratiques, entre autres pendant le transport.

Le frai

Chez les poissons-chats, l'orifice urogénital se situe juste derrière l'anus pour les deux sexes. On peut distinguer l'adulte mâle de la femelle par la forme de sa papille : elle est allongée et protubérante, dirigée vers l'arrière. Chez la femelle, la papille a une forme ovale.

La figure 32 illustre deux poissons-chats matures vus d'en bas : une femelle (A) et un mâle (B). Les alevins des poissons-chats n'ont pas de papille.

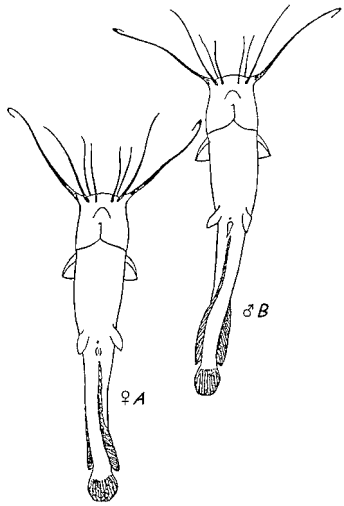


Figure 32 : Papilles génitales de poissons-chats africains : femelle (A) et mâle (B) (Viveen et al., 1985)

Le comportement reproducteur varie selon les différentes espèces de poisson-chat. La barbue de rivière se reproduit quand elle atteint un âge de 2 à 3 ans et un poids d'au moins 1,5 kg. Pour le frai naturel, on laisse un couple de poissons-chats dans un étang contenant une zone de nidification adéquate. Les étangs frayères ont une superficie d'environ 2.500 m² et la densité du stock de poissons est de 5 à 30 poissons pour 1.000 m². Pour le frai provoqué, on donne à chaque couple de poissons un conteneur approprié au frai dans un enclos en grillage dont la superficie couvre 3 à 6 m² et qui a 1 m de profondeur. Dans les deux systèmes, on peut choisir de laisser les œufs éclore dans l'étang ou de les enlever pour les faire éclore dans une écloserie. Les femelles produisent entre 3.000 et 20.000 œufs par ponte, ce chiffre augmente en fonction du poids corporel.

Pour les espèces de poissons-chats appartenant aux familles **Pangasiidae** et **Clariidae,** on recueille le fretin dans la nature pour les cultiver en étang. Les espèces appartenant à la famille des **Pangasiidae** sont incapables de frayer naturellement en captivité, si bien que le frai artificiellement provoqué est une pratique courante en Europe et en Asie. Ceci vaut également pour certaines espèces de **Clariidae**. Les poissons-chats asiatiques et africains peuvent frayer naturellement en étang lorsqu'on interrompt l'alimentation et qu'on élève le niveau de l'eau. Les substrats utilisés pour recueillir le frai du poisson-chat africain sont des fibres de sisal, des feuilles de palmier ou des pierres.

Les écloseries

Lorsque les œufs de la barbue de rivière éclosent dans les étangs frayères, le fretin est recueilli pour le transférer à des étangs d'alevinage où les poissons se développent. Dans les écloseries, les œufs sont placés dans de simples auges d'incubation en aluminium qui baignent dans de l'eau douce en circulation. Ainsi, les œufs sont maintenus en mouvement, de manière à imiter artificiellement le comportement parental des mâles. Les œufs des espèces appartenant à la famille des **Ictaluridae** éclosent généralement après une période de 5 à 10 jours à une température d'eau de 21 à 24 °C, alors que les œufs des espèces appartenant à la famille des **Pangasiidae** éclosent après 1 ou 3 jour à 25-28 °C.

Les œufs des poissons-chats asiatiques éclosent dans des nids de frai qui sont gardés par les mâles. L'éclosion se produit entre 18 et 20 heures après le frai si l'eau a une température de 25 à 32 °C.

Dans un premier temps, le fretin reste dans le nid, puis on les recueille avec une épuisette après 6 à 9 jours pour les transférer à un étang d'alevinage. Chaque femelle pond entre 2.000 et 5.000 œufs, selon son poids corporel. Le poisson-chat africain connaît un frai naturel dans les conditions de culture en étang, mais les géniteurs ne montrent aucun soin parental envers leur progéniture, conduisant à un taux de survie très faible et donc à une production de fretin limitée. C'est la raison pour laquelle le frai provoqué et la production contrôlée de fretin sont des pratiques de plus en plus courantes. Les poissons-chats de petite taille utilisés en pisciculture sont généralement attrapés dans la nature ou achetés au marché, auprès de marchands de poissons ou du service de vulgarisation local.

La production de fretin

Les œufs des poissons-chats sont de petite taille et éclosent pour donner de très petites larves de poisson. Les larves de la barbue des rivières éclosent avec une très petite vésicule vitelline, qui contient des éléments nutritifs pour nourrir les poissons jusqu'au moment où ils pourront aller en quête d'aliments. Le fretin est maintenu dans les au-

ges de frai jusqu'au moment où la vésicule vitelline est entièrement consommée et le fretin commence à se nourrir des aliments naturels présents dans l'étang. Ce moment arrive environ 4 jours après l'éclosion des œufs et on les transfèrera alors dans des étangs d'alevinage.

Les dimensions des étangs d'alevinage varient ; on y met un stock de fretin d'une densité de 50 exemplaires par m² de superficie de l'étang. L'application des engrais commence lorsque le disque de Secchi indique une profondeur de 25 à 50 cm. La fertilisation peut consister en apports de fumier (5 kg de fumier de vache ou 3 kg de fumier de poule ou de porc pour 100 m^2) et/ou d'engrais chimiques (50 g de superphosphate et 100 g d'urée pour 100 m^2). Deux semaines après l'empoissonnement, la production de phytoplancton et de zooplancton sera insuffisante pour répondre aux besoins alimentaires des alevins en pleine croissance. Ces derniers commenceront alors à se nourrir des organismes qu'ils trouveront dans le fond de l'étang (tels que les larves de moustiques) et le cannibalisme est fréquent. Sans alimentation additionnelle, on peut réaliser un taux de survie maximum d'environ 30% du nombre total stocké après une période d'alevinage de 30 jours. Les alevins auront alors un poids moyen de 1 à 3 grammes (et 3 à 6 cm de longueur).

Le fretin des espèces appartenant à la famille des **Pangasiidae** est généralement transféré dans des étangs d'alevinage directement après l'éclosion. Le fretin se nourrit des aliments naturels qui se trouvent dans l'étang. On recommande l'administration d'aliments supplémentaires, puisque la production des aliments naturels n'est pas toujours suffisante.

Les étangs de grossissement

La taille de ces étangs varie entre 5.000 et 20.000 m². Etant donné que les faibles températures de l'hiver ralentissent la croissance, on garde parfois les barbues de rivière dans l'étang pendant 2 ans pour qu'ils atteignent une taille marchande.

Lorsqu'on empoissonne un étang de grossissement, il faut veiller à ce que tous les alevins aient la même taille, autrement il sera question de cannibalisme, car les plus grands commenceront à manger les plus petits si la quantité de nourriture disponible n'est pas suffisante. Pendant la première année, la densité du stock est autour de 20 alevins pour 10 m², pour être réduite à 4 pendant la deuxième année.

Les étangs destinés au grossissement des espèces appartenant aux familles **Clariidae** et **Pangasiidae** ont une taille qui peut varier entre 1.000 et 20.000 m², et leur profondeur est généralement de 1 à 3 mètres. Normalement, le taux de stockage est de 25 alevins par m². On cultive également les poissons-chats dans des cages flottantes, dont la superficie peut varier entre 6 et 100 m².

Les besoins alimentaires

Tout comme les tilapias, les poissons-chats ont un régime alimentaire varié, ils mangeront pratiquement toute la nourriture qu'ils trouveront dans l'étang. Ils montrent une légère préférence pour les petits poissons (dont la taille peut aller jusqu'à 30% de la longueur de leur propre corps) et pour le matériau qu'ils trouvent dans le fond de l'étang, comme des matériaux végétaux.

De nombreuses espèces de poissons-chats ont, en plus des branchies qui extraient l'oxygène de l'eau, une paire d'organes respiratoires supplémentaires qui leur permettent d'extraire de l'oxygène de l'air. Elles sont capables de rester hors de l'eau pendant assez longtemps, et parfois elles sortent des étangs pour aller à la recherche de nourriture (c'est pour cette raison que les barbues de rivière sont parfois appelées poissons-chats ambulants). Comme elles peuvent survivre dans des conditions environnementales assez pauvres (comme par exemple dans des étangs peu profonds avec des carences en oxygène), on les met parfois en stock dans des champs de riz avec des carpes et des tilapias, afin d'utiliser toute la nourriture naturelle disponible. Les poissons-chats cultivés en rizière mangeront pratiquement de tout, mais ils ont une prédilection pour les vers, les escargots et les poissons.

Les poissons-chats africains se nourrissent des aliments naturels disponibles dans l'étang. On y ajoute des fertilisants pour augmenter la totalité de la production alimentaire. L'expérience a montré que les apports de fumier (animal) conduisent à une production de poisson plus importante que les apports d'engrais chimiques (qui sont souvent coûteux).

La culture des carpes

Les espèces de carpes appartiennent à la famille de poissons d'eau douce des **Cyprinidae**. Cette famille comprend 1.600 espèces différentes parmi lesquelles très peu sont intéressantes pour la pisciculture. Les carpes cultivées sont réparties en trois groupes : la carpe commune, cultivée en Europe, en Asie et en Extrême Orient ; les carpes indiennes ; et les carpes chinoises.

Le tableau 5 présente ces différentes espèces de carpes et leurs différentes préférences alimentaires. Comme nous l'avons mentionné dans ce qui précède, vous pourrez en tirer parti en cultivant différentes espèces conjointement dans un même étang (polyculture).

Tableau 5 : Différentes espèces de carpes et leurs préférences alimentaires.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Préférence alimentaire
Carpe commune		
Carpe	*Cyprinus carpio*	Petites plantes et zooplancton
Carpes indiennes		
Catla	*Catla catla*	Algues et plantes mortes
Rohu	*Labeo rohita*	matériau végétal mort
Calbasu	*Labeo calbasu*	Matériau végétal mort
Mrigal	*Cirrhina mrigala*	Détritus sur le fond de l'étang
Carpes chinoises		
Carpe herbivore	*Ctenopharyngodon idella*	Plantes aquatiques
Carpe argentée	*Hypophtalmichthys molitrix*	Algues
Carpe à grosse tête	*Aristichthys noblis*	zooplancton
Carpe noire	*Mylopharyngodon piceus*	Mollusques
Carpe de vase	*Cirrhina molitorella*	Détritus sur le fond de l'étang

La carpe commune

La culture de la carpe commune est très répandue. C'est un poisson qui ne vit qu'en eau douce, (voir la figure 33), et qui peut atteindre une longueur de 80 cm et un poids de 10 à 15 kg. La carpe commune peut vivre dans un intervalle de températures allant de 1 à 40 °C. Le poisson commence à se développer lorsque la température de l'eau est supérieure à 13 °C, il se reproduit lorsque la température s'élève au-dessus de 18 °C, lorsque la circulation de l'eau est soudainement amplifiée. Normalement, la carpe arrive à maturité après environ 2 ans (lorsqu'elle pèse entre 2 et 3 kg).

Dans les zones tempérées, la carpe fraie une fois par an, au printemps, alors que dans les zones tropicales, elle fraie tous les 3 mois. Une carpe femelle peut produire entre 100.000 et 150.000 œufs par kg de poids de son corps. Dans les zones tropicales, le taux de croissance est élevé et le poisson peut y atteindre un poids de 400 à 500 g en 6 mois et un poids de 1,0 à 1,5 kg en une année.

La carpe commune (voir la figure 33) est une espèce de poisson robuste, elle est résistante à la plupart des maladies lorsque les conditions environnementales sont gérées correctement.

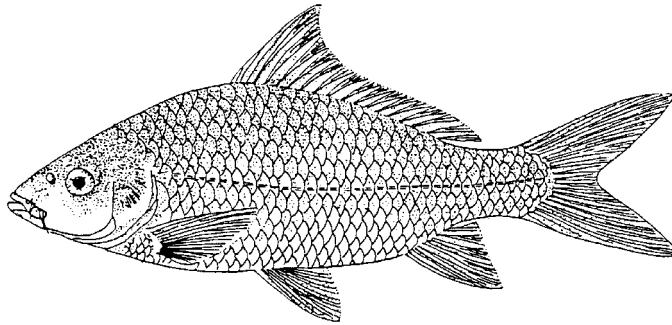


Figure 33 : Carpe commune (Cyprinus carpio) (Hanks, 1985)

Le frai

Les carpes fraient naturellement dans des étangs en plein air, mais on peut également provoquer le frai dans des écloseries. Le frai provoqué est une technique qui consiste à administrer des hormones aux poissons (des substances que les poissons produisent eux-mêmes pour déclencher le frai) par le biais des aliments ou d'injections intramusculaires.

Dans les climats tropicaux, la carpe commune se reproduit tout au long de l'année, avec deux périodes d'intensité accrue : au printemps (de janvier à avril) et en automne (de juillet à octobre). Pour la reproduction naturelle, on obtient les meilleurs résultats lorsqu'on sélectionne les géniteurs avec soin. On peut alimenter les poissons géniteurs avec du son de riz, des déchets de cuisine, du maïs, etc.

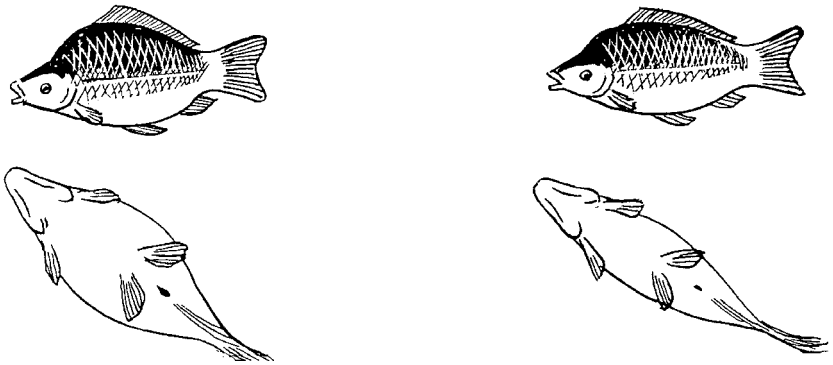


Figure 34 : Femelle mature (à gauche) et mâle mature (à droite) de la carpe commune (Costa-Pierce et al., 1989b)

Pour reconnaître un poisson prêt à frayer, on doit tenir compte des points suivants (voir la figure 34) :

1 Une femelle entièrement mature a un ventre mou bombé, presque rond, recouvert d'une strie sombre.
2 Une femelle mature peut s'appuyer sur son ventre sans tomber sur le flanc, et lorsqu'on la maintient le ventre en haut, elle présente un

léger affaissement sur les côtés, provoqué par le poids des œufs qui s'y trouvent.

3 Les mâles matures (comme pour les autres espèces de poissons) produisent leur laitance lorsqu'on appuie doucement sur leur ventre.

Dans des conditions de reproduction naturelle, on laisse les poissons frayer dans des étangs frayères pour ensuite enlever les géniteurs. Les étangs frayères ont généralement une superficie de 20 à 25 m²; on les met à sec pendant quelques jours avant de les remplir d'eau propre, avec une profondeur maximale de 50 cm. On fait couler l'eau dans l'étang frayère le matin du jour de reproduction prévu, et on y place les poissons géniteurs ainsi que les collecteurs d'œufs le même après-midi. On place un, deux ou trois groupes de poissons dans un étang, chaque groupe comprenant 1 femelle (poids corporel 1 kg) et 2 à 4 mâles (poids total 1 kg).

Il existe de nombreuses techniques différentes pour recueillir les œufs d'un étang frayère. Dans certains systèmes, on place des branches de pins dans l'étang. Les œufs se collent aux branches, qui sont alors enlevées et transférées à un étang de premier alevinage.

Une autre méthode consiste à placer des plantes flottantes dans l'étang pour agir en tant que collecteurs d'œufs. En Indonésie, on utilise des nattes d'herbes ou de fibres de palmiers en tant que collecteurs d'œufs. La surface de natte requise est de 10 m^2 pour chaque femelle de 2 à 3 kg. Après le frai, on place les nattes dans des étangs d'alevinage. Un autre type de collecteur d'œufs utilisé en Indonésie, appelé « kakaban », se fabrique avec des fibres sombres qui ressemblent à des poils de cheval, mais qui proviennent de la plante *Indjuk* (*Arenga pinnata* et *Arenga saccharifera*). Pour fabriquer les *kakabans*, on lave les fibres d'*Indjuk* pour les disposer en bandes de 1,2 à 1,5 mètre de long. Les bandes sont placées entre deux bouts de bambou de 4 à 5 cm de large et 1,5 à 2 m de long, que l'on fixe l'un à l'autre avec des clous aux extrémités (voir la figure 35).

Les *kakabans* sont maintenus en position flottante (comme un radeau) légèrement en-dessous de la surface de l'eau, appuyés sur des perches en bambou. Il faut cinq à huit *kakabans* pour chaque kilo de poids corporel des poissons géniteurs femelles. On provoque un léger courant dans l'étang frayère au moment d'introduire les géniteurs. Les poissons auront tendance à attacher les œufs sur le dessous des *kakabans*. Une fois ce côté du *kakaban* rempli d'œufs, on retourne ce dernier.

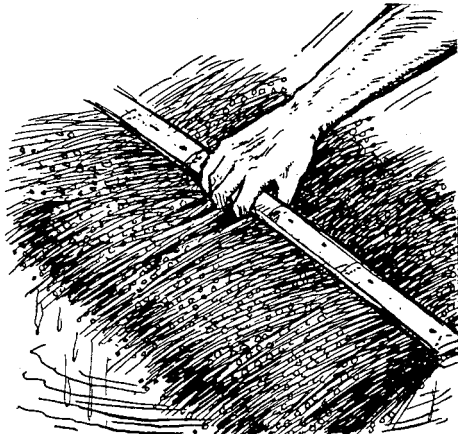


Figure 35 : Enlever un collecteur d'œufs de carpe après le frai (Costa-Pierce et al, 1989b)

Lorsque les deux côtés des *kakabans* sont remplis d'œufs (voir la figure 35), on les transfère dans des étangs d'alevinage. Ces derniers sont 20 fois plus grands que les étangs frayères. Dans les étangs d'alevinage, on place les *kakabans* en position verticale sur des perches de bambou flottantes, en gardant une distance de 5 à 8 cm entre les fibres des différents *kakabans*. Il faut veiller à toujours garder les œufs immergés sous 8 cm d'eau.

Les œufs éclosent après 2 ou 8 jours, selon la température de l'eau. Si l'eau a une température idéale (20 à 22 °C), l'éclosion aura lieu dans un délai de 4 jours.

Les étangs d'alevinage

Les étangs d'alevinage ont généralement une superficie de 2.500 à 20.000 m² en fonction de la taille de l'exploitation. Ces étangs ont une profondeur de 0,5 à 1,5 m et la densité du stock de poissons y est déterminée par le courant de l'eau dans l'étang. Dans les étangs à eau stagnante, la densité du stock de poissons est de 5 larves/m², alors que

dans les étangs où l'eau circule la densité du stock peut s'élever jusqu'à 30 ou 80 larves/m². Les larves de poisson peuvent se développer pour devenir des alevins dans une période d'environ un mois. La pratique la plus répandue consiste à élever le fretin dans un étang d'alevinage pendant un mois, puis on transfère les alevins dans des étangs de grossissement où ils atteindront une taille marchande.

Des applications régulières de vermicompost et de tourteaux de son de riz avec de l'huile de coco permettent d'accroître la disponibilité des aliments dans l'étang, et par conséquent favorisent la survie du fretin. La quantité de vermicompost à appliquer est de 925 g/m^2 par semaine, et celle des tourteaux de son de riz avec huile de coco est de 0,5 g/m^2/jour au moment de l'éclosion, pour augmenter progressivement à 20 g/m^2/jour 20 jours après éclosion. Pour la dernière application, on mélange à sec du son de riz avec de l'huile de coco dans des proportions 1:1, puis on humidifie afin de pouvoir faire des boulettes de 1 à 2 mm pour nourrir les poissons. On peut obtenir du vermicompost en laissant composter pendant deux semaines de la jacinthe d'eau coupée avec du fumier de lapin, après quoi on ajoute des vers de terre. On pourra utiliser le vermicompost 2 mois plus tard.

Les étangs de grossissement

Le type d'étang de grossissement approprié pour les carpes dépend des conditions climatiques et des conditions imposées par le marché, mais en général, la carpe commune est produite en monoculture. Dans les pays tropicaux, on peut produire un poisson de 500 g en six mois et un poisson de 1,0 à 1,5 kg en une année.

Dans la pratique, des alevins de 4 à 8 semaines sont mis en stock dans des étangs de 70 cm de profondeur. L'utilisation de fertilisants peut améliorer la production des aliments naturels. La carpe commune se développe le mieux lorsque la densité du stock est autour de 1 à 2 poissons par m² de superficie de l'étang.

La production

Le niveau de production que l'on peut obtenir varie en fonction du type d'exploitation, de la durée de culture, des espèces de poissons, de la taille des poissons à la récolte, du niveau de fertilisation et de la température de l'eau. Dans les zones tropicales, le taux de production journalier de poisson frais peut varier de 30 g/m² pour des étangs non fertilisés sans apport d'aliments à 800 g/m² pour des étangs avec application régulière d'aliments et de fertilisants et avec remplacement régulier de l'eau .

8 Alimentation, aspects sanitaires et reproduction des poissons

8.1 L' alimentation des poissons

Normalement, deux types d'aliments sont à la disposition des poissons : les aliments naturels et les aliments supplémentaires. Les aliments naturels de poissons sont le phytoplancton, le zooplancton, le périphyton, les plantes aquatiques etc. produits dans l'étang même. Les aliments supplémentaires sont produits en dehors de l'étang et on les fournit régulièrement aux poissons pour augmenter la quantité d'éléments nutritifs dans l'étang.

Les aliments naturels

Les aliments naturels dans l'étang consistent principalement en phytoplancton. On peut augmenter la quantité de phytoplancton avec des apports de fertilisants dans l'étang.

La transparence de l'eau en tant qu'indicateur de fertilité de l'étang

La transparence de l'étang peut varier de presque nulle (en cas d'eau très turbide) à totale (eau très claire). Elle dépend de la turbidité de l'eau, c'est-à-dire de la quantité de matériau en suspension comme le phytoplancton, les particules de sol, etc. Souvent, les floraisons d'algues rendent l'eau verdâtre. Si on mesure la transparence de l'eau d'un étang verdâtre, on peut se faire une idée de la quantité de phytoplancton qui s'y trouve, et donc de la fertilité de l'étang.

On peut mesurer la transparence de l'eau à l'aide d'un disque de Secchi, comme nous l'avons vu dans le chapitre 4. Un disque de Secchi est un disque en métal tout à fait blanc ou blanc et noir, mesurant entre 25 et 30 cm de diamètre, que l'on peut facilement fabriquer à la main (voir la figure 36). Le disque est attaché à une corde qui est marquée tous les 5 cm.

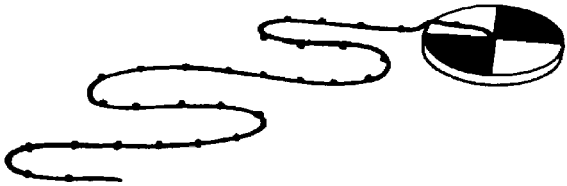


Figure 36 : Le disque de Secchi (Viveen et al., 1985)

Afin de mesurer la transparence de l'eau, on y plonge le disque en le faisant descendre jusqu'à la profondeur exacte où il disparaît de vue. Les marques sur la corde permettent de déterminer la profondeur. Dans le tableau 6 sont présentées les actions à entreprendre pour les différentes valeurs que l'on peut obtenir.

Tableau 6 : Actions à entreprendre pour différentes valeurs de transparence de l'eau

Valeur de transparence	Action
1 - 25 cm	Densité de phytoplancton trop élevée. Risque de carence d'oxygène pour les poissons à l'aube. Stopper les apports d'aliments et de fertilisants. Observer régulièrement le comportement des poissons : si les poissons viennent à la surface pour prendre de l'oxygène, il est nécessaire de remplacer l'eau.
25 - 30 cm	Abondance de phytoplancton optimale pour la production des poissons. Continuer (la routine des) applications d'aliments et /ou de fertilisants au même rythme.
> 30 cm	Densité de phytoplancton trop faible. Stimuler les floraisons d'algues en ajoutant davantage d'aliments et /ou de fertilisants pour obtenir une transparence d'eau de 25 à 30 cm.

Comme décrit dans le chapitre 3, on peut empoissonner l'étang à partir du moment où la production naturelle d'aliments est suffisante pour entretenir la croissance des poissons. Cela correspond à une transparence d'eau située entre 15 et 25 cm.

Les aliments supplémentaires

Lorsqu'on jette des aliments supplémentaires dans l'étang, les poissons en mangent immédiatement une partie. Les aliments non consommés agiront en tant que fertilisant pour l'étang. Cependant,

même dans les étangs où l'on apporte de grandes quantités d'aliments supplémentaires, la nourriture naturelle joue un rôle très important pour la croissance des poissons. En général, on peut utiliser les déchets organiques locaux en tant qu'aliments supplémentaires pour les poissons. Le type d'aliment dépendra de la disponibilité locale, des frais liés et des espèces de poissons en culture.

Des exemples typiques d'aliments supplémentaires sont le son de riz, le riz concassé, les miettes de pain, les céréales, les résidus de céréales, la farine (fourragère) de maïs, l'herbe de Guinée, le Napier, les fruits, les légumes, les tourteaux d'arachides et de soja et les restes provenant du brassage.

Quelques principes directeurs pour nourrir les poissons figurent ci-dessous :

- Apportez la nourriture chaque jour à la même heure et au même endroit. Les poissons s'y habitueront et s'approcheront de la surface de l'eau. Cela vous permettra d'observer les poissons pour voir s'ils mangent bien et se développent correctement. Les apports de nourriture devraient avoir lieu à la fin de la matinée ou tôt dans l'après-midi, lorsque le taux d'oxygène dissous est élevé. Les poissons auront alors suffisamment de temps pour se remettre de l'activité alimentaire qui demande beaucoup d'oxygène, avant la tombée de la nuit.
- Ne suralimentez pas vos poissons. Tous les aliments en excès pourriront, ce qui consommera trop d'oxygène disponible dans l'étang.
- Arrêtez de nourrir les poissons au moins un jour avant la reproduction, la récolte ou avant de les transporter. Le stress provoqué par ces évènements conduira les poissons à excréter des résidus, rendant l'eau turbide. En général, on peut faire jeûner le fretin pendant 24 heures, les alevins pendant 48 heures et les poissons adultes pendant environ 72 heures. Ainsi, les poissons pourront digérer complètement leur nourriture avant que se produise l'évènement stressant.

Les préférences alimentaires des espèces de poissons qui font souvent l'objet de pisciculture sont résumées dans l'annexe 1.

8.2 Les aspects sanitaires

Les poissons sont sensibles aux maladies lorsque les conditions environnementales, comme la qualité de l'eau et la disponibilité des aliments, sont de pauvre qualité. Une fois qu'une maladie a accédé à un étang piscicole, il sera très difficile de l'éradiquer, car il est difficile d'enlever les poissons malades pour leur dispenser un traitement individuel. L'eau est un agent propice à la propagation des maladies. Les maladies pouvant contaminer les poissons sont nombreuses et variées. Les poissons atteints arrêtent leur croissance, par conséquent le pisciculteur perdra de l'argent et la récolte sera reportée. Lorsqu'une maladie tue les poissons au moment où ils ont presque atteint la taille marchande, les pertes seront considérables. Les frais de traitement sont parfois très élevés et l'utilisation de médicaments comporte souvent des risques, non seulement pour les êtres humains mais également pour les autres animaux et les plantes. Les résidus de médicaments seront libérés dans l'environnement au moment de vider l'étang, donc il est préférable de prévenir l'apparition des maladies. La prévention est moins coûteuse que le traitement des maladies et permet d'éviter les pertes dues au retard de croissance et au décès.

La prévention des maladies de poisson

Les principaux facteurs assurant un bon état de santé aux poissons sont une bonne alimentation et une qualité d'eau adéquate (= abondance d'oxygène dissous).

De nombreux pathogènes potentiels (organismes qui peuvent provoquer des maladies) des poissons se trouvent généralement dans l'eau, où ils se tapissent, afin de pouvoir passer à l'attaque quand les conditions environnementales se détériorent. Dans ces conditions, les poissons deviennent stressés et leur résistance aux maladies s'en trouvera affaiblie.

Pour éviter l'apparition des maladies ou les contrôler en cas de contamination, il faut respecter certaines règles fondamentales :

Différents étangs doivent être alimentés en eau par différentes sources. Il est à déconseiller d'alimenter un étang avec de l'eau provenant d'un autre étang, puisque cette eau peut comporter des maladies et son taux d'oxygène sera probablement inférieur. C'est la raison pour laquelle il est sage de ne pas concevoir des systèmes d'étangs en série.

Il faut tâcher de maintenir les poissons dans des conditions optimales à tout moment : l'eau doit contenir une abondance d'oxygène, la valeur de pH doit être correcte et la teneur en ammoniac doit être faible.

Il faut éviter tout stress pour les poissons. Lorsque vous manipulez les poissons, prenez grand soin de les perturber le moins possible. Le stress extrême peut provoquer directement la mort des poissons. En cas de blessures au niveau de leur peau (arrachage des écailles ou enlèvement de la couche de mucosité protectrice), les pathogènes pourront infecter plus facilement les poissons.

Si vous regroupez des poissons provenant d'étangs différents, ou si vous introduisez de nouveaux poissons sur votre exploitation, il faudra prendre grand soin de ne pas introduire de poisson malade. Gardez les nouveaux poissons dans un étang séparé pour obtenir des garanties qu'ils ne sont pas porteurs de maladie. Il ne faudra les mettre en contact avec le stock de poissons de l'exploitation qu'une fois cette certitude obtenue.

Tout changement dans le comportement habituel des poissons peut être signe de maladie. Il faut être en alerte lorsque vous observez les symptômes suivants : les poissons viennent à la surface pour prendre de l'oxygène, ils frottent leur corps ou leur tête contre les parois de l'étang, ils ont des nageoires effilochées et des plaies sur le corps. *Si les poissons s'arrêtent soudain de manger, quelque chose ne vas pas.*

Vous devez contrôler fréquemment vos poissons, en particulier par temps très chauds, car les carences en oxygène dissous se produisent souvent (l'oxygène se dissout moins dans de l'eau chaude que dans de l'eau froide).

Ne vous découragez pas si vous trouvez de temps en temps un poisson mort dans votre étang. Cependant, soyez alertés en cas de décès nombreux. Si les poissons meurent en grand nombre, essayez d'en trouver la cause.

Les maladies de poisson

On peut répartir les maladies en deux classes : les maladies contagieuses et les maladies nutritionnelles. Une maladie contagieuse peut être transmise d'un étang à l'autre avec l'introduction de nouveaux poissons ou par le pisciculteur et son équipement, alors que les maladies nutritionnelles sont causées par des carences dans le régime alimentaire.

Il y a également des maladies qui sont provoquées par des polluants ou par une eau de mauvaise qualité.

Un pisciculteur doit se concentrer sur la prévention des maladies, puisque les traitements des maladies de poissons sont souvent difficiles, exigent beaucoup de temps et sont coûteux.

8.3 La reproduction des poissons

Le choix des espèces de poissons à cultiver dépend, entre autres, de la facilité avec laquelle vous pourrez assurer vous-même leur multiplication (ou acheter le fretin auprès d'un fournisseur local) ; parfois il est plus facile d'obtenir les poissons juvéniles dans les eaux libres.

Il est important de parvenir à une méthode de reproduction contrôlée, même si on peut commencer les activités avec des poissons juvéniles attrapés dans des eaux libres. Par le biais de la reproduction contrôlée, vous aurez à votre disposition des œufs et des poissons juvéniles en

quantités adéquates pour la pisciculture, et vous éviterez les problèmes de devoir attraper des poissons géniteurs ou des poissons juvéniles dans la nature. La reproduction contrôlée vous fournira les œufs aux moments souhaités sans se limiter aux quelques mois de l'année où le frai naturel a lieu dans les eaux libres.

La majorité des poissons cultivés appartient à des espèces connaissant un rythme de reproduction saisonnier. La saison de reproduction semble coïncider avec la période où les conditions environnementales sont les plus appropriées à la survie de leur progéniture. La longueur du jour, la température et la précipitation sont des facteurs importants dans la régulation des cycles de reproduction. Ce sont des stimuli qui poussent le cerveau du poisson à libérer des hormones. Les hormones en question agissent sur les organes reproducteurs des femelles ainsi que ceux des mâles, les incitant à produire respectivement des œufs et de la laitance. Des connaissances approfondies sur le cycle de reproduction permettent de provoquer le frai (voir le chapitre précédent pour plus de détails concernant la reproduction des tilapias, des poissons-chats et des carpes) en offrant aux poissons les stimuli environnementaux appropriés (par ex. en élevant le niveau de l'eau dans l'étang).

9 Récolte et post-récolte

9.1 La récolte des poissons

Comme dans tous les systèmes de culture, la dernière phase du cycle de pisciculture est la récolte, éventuellement suivie de la vente des poissons. Lorsque la plupart des poissons ont atteint une taille suffisante pour être mangés ou vendus, on peut commencer la récolte (généralement après 5 ou 6 mois).

Veillez à ne récolter qu'une quantité que l'on peut manger ou vendre en une journée. Pour commencer, il faut vider l'étang quelques heures après l'aube, quand il fait encore frais. On peut procéder à la récolte de deux façons différentes : soit on enlève tous les poissons d'un étang au même moment, soit on attrape de manière sélective les poissons d'un étang tout au long de l'année. Selon la deuxième méthode, on enlève généralement les plus gros poissons pour que les plus petits continuent leur développement dans l'étang. Bien entendu, il est possible de combiner ces deux méthodes en enlevant les gros poissons en fonction de la demande pour finalement récolter le reste des poissons en une fois.

Il existe différents types de filets pour récolter les poissons d'un étang, illustrés dans la figure 37.

Lorsqu'on attrape les poissons de manière sélective, on installe un filet dans l'étang. Pour cette méthode de récolte, on utilise souvent un filet maillant (voir la figure 37B). Les poissons ayant la taille marchande qui essayent de traverser le filet restent coincés au niveau des ouïes. Les poissons de taille inférieure ou supérieure ne seront pas attrapés : les petits poissons nageront au travers du filet, alors que les poissons dont la tête est trop grande pour franchir les mailles ne resteront pas coincés. Ainsi, il sera possible de récolter des poissons tout au long de l'année, sans avoir à vider l'étang ou à perturber les autres poissons.

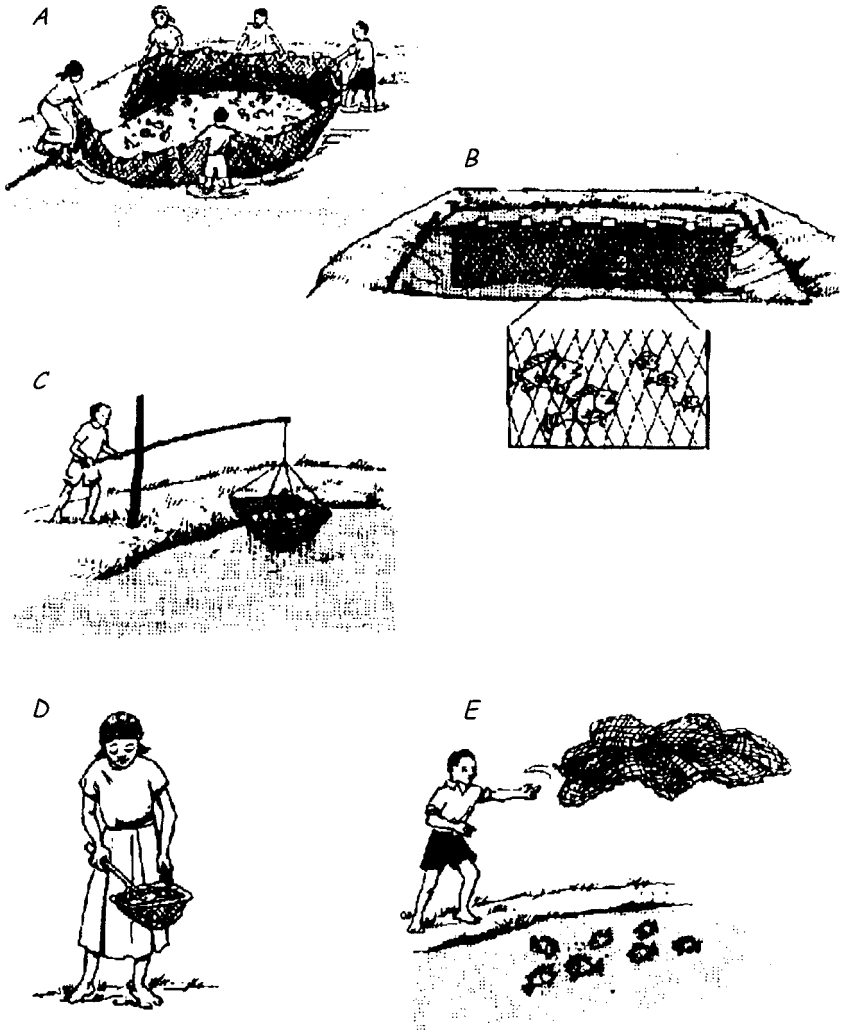


Figure 37 : Différents filets pour la récolte des poissons (Murnyak and Murnyak, 1990) A : filet senne, B : filet maillant, C : filet soulevé, D : épuisette, E : épervier

Quand on veut récolter tous les poissons de l'étang à la fois, il faudra faire baisser lentement le niveau de l'eau pour être sûr d'attraper tous les poissons. Veillez à récolter les poissons en bonne condition, en évitant de blesser leur peau et en essayant d'effectuer la récolte rapidement pour que les poissons restent frais. C'est dans ce but que l'on pratique souvent deux méthodes différentes pour attraper les poissons, comme décrit ci-dessous.

Dans un premier temps, lorsque le niveau de l'eau est encore assez haut, on attrape la plus grande partie de poissons avec un filet senne ayant des mailles de 1 cm (voir la figure 37A, la figure 38 et le cadre : comment fabriquer une senne).

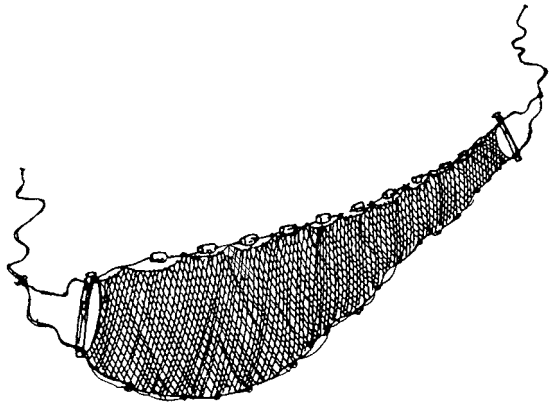


Figure 38 : Senne (FAO, 1995)

On étend d'abord le filet sur la digue de l'étang, puis on le tire pour qu'il forme un demi-cercle qui traverse l'étang. Arrivé à la digue, on referme le filet pour attraper les poissons (voir la figure 39).

On peut alors vider entièrement l'étang. Pendant que l'eau est évacuée, on peut attraper un grand nombre de poissons. Il faut placer une caisse en lattes ou une épuisette (voir la figure 37D) sous le tuyau d'évacuation des eaux pour éviter que des poissons s'échappent lorsque l'étang se vide.

Une fois l'étang vidé, on pourra attraper à la main les poissons restés dans le fond. Essayez d'attraper autant de poissons que possible avant la vidange totale afin de réduire les pertes.

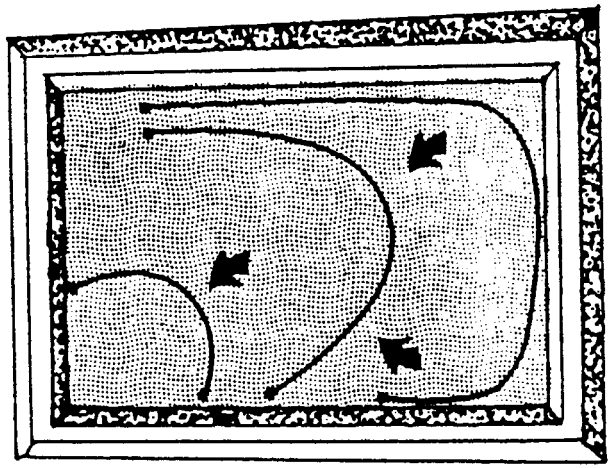


Figure 39 : Technique de récolte à l'aide d'une senne (FAO, 1995)

Après la récolte, on laisse sécher l'étang jusqu'au moment où le fond commence à se crevasser. Ensuite, il faudra procéder au chaulage (pour réduire le niveau d'acidité du fond de l'étang), éliminant en même temps les animaux et les plantes indésirables.

Il y a des filets plus simples, et donc meilleur marché :

- Le filet soulevé (voir la figure 37C) est fait du même matériau que le filet senne. Il existe en différentes tailles et formes. On le place sur le fond de l'étang. Lorsque des poissons le surnagent, on le lève pour les attraper.
- L'épuisette (voir la figure 37D) est un petit filet muni d'une poignée qu'on peut tenir avec une main. On l'utilise souvent pour compter et peser les poissons et les alevins.
- L'épervier (voir la figure 37E) est un filet rond que l'on jette dans l'étang depuis le bord, pour le tirer et le ramener ensuite vers le bord afin d'attraper les poissons.

Comment fabriquer une senne

Matériaux : corde, flotteurs en liège, lests (en plomb ou autre matériel lourd qui permettent de faire couler le filet), nappe de filet, fil et navette à filet.

Méthode :

- Attachez deux cordes entre deux arbres ; elles formeront la ralingue supérieure et la ralingue inférieure,.
- Marquez les deux cordes à intervalles de 15 cm. Veillez à ce que les cordes aient une longueur qui dépasse de quelques mètres la longueur prévue pour le filet.
- Etirez au maximum la nappe de filet, puis comptez les mailles dans une section de 23 cm. Pour une senne globale, la nappe de filet devra avoir entre 6 et 9 mailles dans une section étirée de filet de 23 cm.
- Utilisez du fil en nylon très résistant. Embobinez un long fil sur la navette à filet. Attachez l'extrémité du fil à la ralingue supérieure (la corde du haut) au premier marquage. Faites passer la navette au travers du nombre de mailles compté dans la section de filet étiré de 23 cm, puis attachez le fil à la ralingue au deuxième marquage.
- Répétez le processus jusqu'au dernier marquage de la ralingue supérieure.
- Attachez les lests à la corde du bas à intervalles de 15 cm. Attachez les flotteurs de liège à la corde du haut, également à intervalles de 15 cm.
- Montez maintenant la nappe de filet sur la corde du bas (ralingue inférieure) en procédant de la même façon que pour la ralingue supérieure.

Apres chaque utilisation, il faudra laver le filet, le réparer, le faire sécher à l'ombre, le plier puis le garder dans un lieu frais et sec. Une senne ainsi entretenue servira bien plus longtemps.

9.2 L'après-récolte

Le poisson frais se gâte très rapidement. Dans les zones tropicales, le poisson se gâte dans les 12 heures suivant la récolte, car les températures ambiantes élevées sont propices au développement des bactéries. Pour éviter toute contamination des poissons, il faut respecter des pratiques d'hygiène. Une contamination peut provenir d'une personne, du sol, de la poussière, des eaux usées, des plans d'eau, du fumier ou encore des aliments pourris. Elle peut également être causée par un équipement mal nettoyé, des animaux domestiques, des animaux nuisibles ou de la viande d'animaux abattus dans des conditions non hygiéniques.

Pour éviter la pourriture des poissons récoltés, il faudra soit tuer les bactéries qu'ils contiennent, soit inhiber leur développement. Il existe différentes méthodes pour inhiber le développement des bactéries. Ces méthodes sont mentionnées brièvement dans ce qui suit, elles sont décrites en détail dans l'Agrodok nº 12, portant le titre « La conservation du poisson et de la viande ».

Le salage

Cette méthode est peu coûteuse lorsque le sel est bon marché, car elle ne requiert pas d'électricité, et l'entreposage peut se faire à la température ambiante. La qualité et la valeur nutritionnelle du poisson sont raisonnables après salage. La durée de conservation est longue.

Le séchage

Cette méthode est également peu coûteuse, car elle ne requiert pas d'électricité et demande peu d'installations. Des conditions sèches ou des emballages hermétiques sont requis pour l'entreposage. La qualité et la valeur nutritionnelle du poisson séché sont bonnes si l'entrepôt est approprié.

Le fumage

Peu coûteux, requiert peu d'installations ou d'énergie, mais du combustible doit être disponible. La qualité et la valeur nutritionnelle du poisson fumé sont raisonnables.

La fermentation

Cette méthode est souvent peu coûteuse, mais le goût et l'odeur du poisson s'en trouvent changés radicalement. La durée de conservation varie selon de produit. Généralement, la valeur nutritionnelle est élevée.

La mise en conserve

Cette méthode est assez coûteuse car elle demande beaucoup de main-d'œuvre ainsi qu'une abondance d'énergie, d'eau et d'installations, comme par exemple des boites de conserve, des bocaux avec couvercle, un stérilisateur et des machines pour la mise en boîte. Le condi-

tionnement est coûteux. L'entreposage est facile et la durée de conservation peut s'étendre sur de longues périodes (à des températures inférieures à 25 °C/77 °F). La qualité et la valeur nutritionnelle sont bonnes.

La réfrigération et la congélation

Cette méthode est très coûteuse, car elle implique une utilisation intensive d'énergie et de grands investissements en équipement. La qualité et la valeur nutritionnelle du produit sont bonnes, la durée de conservation est longue.

Annexe 1 : Les espèces de poissons les plus cultivées et leurs préférences alimentaires

Mangeurs de phytoplancton
Carpe argentée chinoise (*Hypophtalmichthys molitrix*)
Carpe indienne « catla » (*Catla catla*)
Carpe indienne « rohu » (*Labeo rohita*)
Chanos ou poisson-lait (*Chanos chanos*)

Mangeurs de plantes aquatiques
Carpe herbivore chinoise (*Ctenopharyngodon idella*)
Brème de Wuchang (*Megalobrama amblycephala*)
Gourami géant (*Osphronemus goramy*)
Tilapia (*Tilapia rendalli*)
Zill's tilapia (*Tilapia zillii*)

Mangeurs de zooplancton
Carpe chinoise à grosse tête (*Aristichthys nobilis*)

Mangeurs d'escargots
Carpe noire chinoise (*Mylopharyngodon piceus*)
Espèces de poissons prédateurs (mangeurs de poissons)
Espèces à tête de serpent (*Channa* spp. = *Ophiocephalus* spp.)

Omnivores
Les espèces de barbus (*Puntius* spp.)
Carassin (*Carassius carassius*)
Carpe de vase chinoise (*Cirrhinus molitorella*)
Carpe commune (*Cyprinus carpio*)
Espèces de poissons-chats (*Clarias* spp., *Pangasius* spp., *Ictalurus* spp.)
Carpe indienne « mrigala » (*Cyprinus mrigala*)
Espèces de tilapias (*Oreochromis* spp., *Sarotherodon* spp., *Tilapia* spp.)

Annexe 2 : Caractéristiques des matériaux de chaulage

Les principaux matériaux utilisés pour le chaulage sont la chaux agricole, la chaux éteinte et la chaux vive. Les producteurs agricoles utilisent souvent la chaux agricole car son emploi ne comporte pas de risques, elle est très effective et souvent moins coûteuse que d'autres produits. Les quantités de matériel de chaulage requises, équivalant à 1 kg de chaux agricole ($CaCO_3$) sont :

- 700 g de chaux éteinte ($Ca(OH)_2$)
- 550 g de chaux vive (CaO)
- 2,25 kg de cendres ($CaCO_3 + P_2O_5$)

A titre d'exemple, une application de 550 g de chaux vive donnera le même effet que 1.000 g de chaux agricole. L'effet de chaulage est meilleur lorsqu'on diminue la taille des particules. Par conséquent, si on broie le matériau de chaulage avant l'application on obtient de meilleurs résultats. On obtient les meilleurs résultats si la chaux est distribuée uniformément sur le fond d'un étang mis à sec. Toutefois, en tant que désinfectant, la chaux vive a besoin d'humidité.

Application des matériaux de chaulage

Les étangs avec des sols acides ou de l'eau acide et /ou des étangs avec de l'eau douce de faible alcalinité requièrent une application de chaux. Le tableau 7 donne les principes directeurs permettant d'estimer la quantité de chaux requise, exprimée en kg/ha de chaux agricole. Si le taux d'application de chaux est correct, le pH aura une valeur supérieure à 6,5 et l'alcalinité totale sera supérieure à 20 mg/l après 2 à 4 semaines.

Tableau 7 : La quantité requise de chaux agricole (kg/ha).

pH du fond de l'étang	Argiles lourdes	Terreau sableux	Sable
5-5,5	5.400	3.600	1.800
5,5-6	3.600	1.800	900
6-6,5	1.800	1.800	0

Bibliographie

Fish farming in tropical fresh water ponds. Lock, K.; VSO, Voluntary Service Overseas, 2002, pp. 172. STOAS/Agromisa, Wageningen, The Netherlands. ISBN: 9052850097.

Gagner sa vie avec la pisciculture. Collection Guides Pratiques n° 9, 2007, CTA, Pays Bas. ISSN 1874-8864

Handbook on small-scale fresh water fish-farming. FAO Training series, 1994, pp. 202, FAO, Rome, Italy. ISBN: 92-5-103163-0.

Fishing with traps and pots. 2001, pp. 62, FAO, Rome, Italy. ISBN: 92-5-104307-8.

La pisciculture bien appliquée. Comment produire du poisson à coût modéré (des exemples du Cameroun), 1998 Presses Universitaires d'Afrique BP 8106 Yaoundé - CAMEROUN Fax : + 237 22 23 25 236 pages ISBN : 2-912086-11-6

Mémento de pisciculture d'étang. Olivier Schlumberger, CEMAGREF Éditions, France, ISBN : 2-85362-489-7

Méthodes simples pour l'aquaculture. Pisciculture continentale : la gestion, les étangs et leur eau. Slack-Smith R.J, 233 pages. Collection « Formation », n° 21/1 FAO, Viale delle Terme di Caracalla — 00100 Rome – ITALIE. ISBN 92-5-202873-0 — ISSN 1014-3815,

Pisciculture: á la pêche aux revenus. Spore n° 132, p.8-9, Decembre 2007, CTA, Pays Bas. Téléchargez via: http://spore.cta.int

Pisciculture artisanale en eau douce. Gopalakdshnan, V. et A.G. Coche, Collection FAO Formation,1995, 207pages. FAO, Rome, Italie

Pisciculture en eau douce: Le Tilapia. Jacques Arrignon; Le Technicien d'Agriculture Tropicale; Editions Maisonneuve et Larose, Paris 1993; ISSN: 0298.3540

Small scale hatchery for common carp. Costa-Pierce,B.A., Rusyidi, A,S. et all. ICLARM contribution, 1989b, pp. 42, IOC (instituut for ecology). ISBN: 971-1022-73-7.

Symoens,J.J and Michea,J.C, **The management of integrated freshwater agro-piscicultural ecosystems in tropical areas**. 1995, pp. 587 Royal Academy of Overseas scientists/CTA/FAO, Brussels (BEL); Wageningen (NL);Rome (Italy).

Références

Murnyak, D. and M. Murnyak. 1990. **Raising fish in ponds: a farmer's guide to Tilapia culture.** Evangelical Lutheran Church of Tanzania. 75p.

Viveen, W.J.A.R., C.J.J. Richter, P.G.W.J. van Oordt, J.A.L. Janssen and E.A. Huisman. 1985. **Practical manual for the culture of the African catfish (Clarias gariepinus).** Directorate General International Cooperation of the Ministry of Foreign Affairs, The Hague, The Netherlands. 94p.

Adresses utiles

AASA, The Aquaculture Association of Southern Africa
L'objectif de l'AASA est de contribuer au développement de l'aquaculture en Afrique méridionale par le biais de la représentation effective et la dissémination de l'information.
P.O. Box 71894, The Willows, Pretoria 0041, Afrique du Sud;
T: +27 (0)12 807 6720, F : +27 (0)12 807 4946
E : info@aasa-aqua.co.za , W : http://www.aasa-aqua.co.za/

AwF, Aquaculture without Frontiers
Organisation indépendante à but non lucratif qui promeut et soutient l'aquaculture responsable et durable ainsi que l'élimination de la pauvreté en améliorant les moyens d'existence dans les pays en développement. W : http://www.aquaculturewithoutfrontiers.org

CIDC, Central Institute for Animal Disease Control, Lelystad
Institut de recherche vétérinaire indépendant agissant pour le gouvernement néerlandais. Responsable de la surveillance concernant les maladies animales infectieuses notificatives des animaux domestiques et des poissons cultivés.
P.O. Box 2004, 8203 AA Lelystad, Pays-Bas
T : +31 (0)320-238 800, F : +31 (0)320-238 668
E: info@cidc-lelystad.nl

ILEIA
Centre pour l'information sur l'agriculture durable à faibles intrants externes. Promouvoit les échanges d'information pour les exploitants agricoles à petite échelle dans le Sud par le biais de l'identification de technologies prometteuses. Des informations concernant ces technologies sont transmises principalement par le biais du magazine LEISA. Tous les articles peuvent être consultés en ligne.
Contact : ILEIA, Zuidsingel 16, 3811 HA Amersfoort, Pays-Bas
T : +31 33 4673870, F : +31 33 4632410
E : ileia@ileia.nl , W : www.leisa.info

RIVO, Netherlands Institute for Fisheries Research
RIVO est une organisation de recherche et d'expertise qui couvre toutes les étapes de la production poissonnière, de la durabilité des pêches à l'appréciation des produits de poissons par les consommateurs.
Postbus 68, 1970 AB IJmuiden, Harinkade 1, 1970 AB, IJmuiden, Pays-Bas
T : +31 (0)255-564 646 ; F : +31(0)255-564 644
E : visserijonderzoek.asg@wur.nl , W : www.rivo.dlo.nl

World Fish Center
Le Centre mondial du poisson est une organisation internationale qui s'engage à contribuer à la sécurité alimentaire et à l'élimination de la pauvreté dans les pays en développement. Il y parvient par le biais de la recherche, des partenariats, ainsi que des appuis en termes de capacité et de politiques portant sur les ressources aquatiques vivantes.
P.O. Box 500, GPO, Penang, Malaisie
T : +60 (4)626-1606 ; F : +60(4)626-5530
E : worldfishcenter@cgiar.org , worldfish-library@cgiar.org
W : www.worldfishcenter.org

WUR-Zodiac, Wageningen University & Research Centrum Zodiac est le département des Sciences animales de l'université de Wageningen. Zodiac a pour mandat de développer l'enseignement et la recherche dans le domaine des sciences animales.
Marijkeweg 40, 6709 PG, Wageningen, Pays-Bas
T : +31 (0)317-483 952, F : +31 (0)317- 483 962
E : Zodiac.library@wur.nl , W : http://www.afi.wur.nl/UK/